

В. И. Кирюшин

Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов

Оглавление

Стр.

Введение

- 1. Развитие земледелия как науки**
 - 1.1 Понятие и определения земледелия, связь с другими науками
 - 1.2 Становление земледелия как науки
 - 1.2.1 Античный период - эпоха Возрождения
 - 1.2.2 Технологическая революция в земледелии XVIII века
 - 1.2.3 Начало опытного земледелия
 - 1.2.4 Дифференциация агрономической науки
 - 1.2.5 Развитие представлений о ландшафтной дифференциации земледелия
 - 1.2.6 Взаимодействие земледелия с другими науками
 - 1.3 Земледелие в первой половине XX века
 - 1.3.1 Социально-экономические условия
 - 1.3.2 Достижения земледельческой науки в первой половине XX века
 - 1.3.3 Идеологизация науки, псевдонаучное мифотворчество
 - 1.3.4 Природопокорительная экспансия и депрессия сельскохозяйственной науки в середине XX века
 - 1.4 Земледелие второй половины XX века
 - 1.4.1 Новые представления об обработке почв и регулировании их плодородия, феномен Т.С. Мальцева
 - 1.4.2 Кампания по освоению целинных земель
 - 1.4.3 Подвижничество А.И. Бараева, создание почвозащитной системы земледелия
 - 1.4.4 Мелиорация как составная часть земледелия, мелиоративная экспансия 70-х годов XX века
 - 1.4.5 Уроки химизации земледелия
 - 1.4.6 Разработка и освоение зональных систем земледелия
 - 1.4.7 Кампания по освоению интенсивных технологий возделывания полевых культур
 - 1.4.8 Противоречия и интенсификация земледелия
 - 1.4.9 Альтернативные системы земледелия
- 2. Теоретические основы адаптивно-ландшафтного земледелия**
 - 2.1 Смена парадигмы природопользования на грани 20-21 веков
 - 2.2 Биосферная идеология природопользования В.В. Докучаева - В.И. Вернадского и ее современное переосмысление
 - 2.3 Понятие почвенного плодородия и качества земли в свете биосферной парадигмы природопользования
 - 2.4 Принципы экологизации земледелия
 - 2.5 Концептуальные подходы к дифференциации зональных систем земледелия
 - 2.5.1 Мотивация дифференциации земледелия от зональных к адаптивно-ландшафтным
 - 2.5.2 Ландшафтный подход к дифференциации земледелия
 - 2.5.3 Ландшафтно-экологический подход к формированию систем зем-

- 2.5.4 Земледелия и агротехнологий
- 2.5.4 Классификация адаптивно-ландшафтных систем земледелия и принципы их формирования
- 2.6 Адаптация земледелия к агроэкологическим условиям
- 2.6.1 Ландшафтная адаптация земледелия
- 2.6.1.1 Понятие природного ландшафта и сельскохозяйственного ландшафта
- 2.6.1.2 Функции и природно-ресурсный потенциал ландшафта
- 2.6.1.3 Использование понятий и методологии ландшафтоведения в земледелии
- 2.6.1.4 Понятие агроландшафта
- 2.6.1.5 Дифференциация земледелия с учетом структуры, агроландшафтов и энергомассопереноса
- 2.6.2 Агроклиматическая адаптация земледелия и ее особенности в связи с текущим изменением климата
- 2.6.3 Адаптация к геоморфологическим, литологическим и гидрогеологическим условиям
- 2.6.4 Адаптация к почвенным условиям
- 2.6.4.1 Структура почвенного покрова – матрица дифференциации земледелия
- 2.6.4.2 Адаптация к почвам
- 2.6.5 Биологизация земледелия
- 2.7 Соответствие земледелия социально-экономическим условиям
- 2.8 Агротехнологии как составная часть адаптивно-ландшафтных систем земледелия
- 2.8.1 Определение агротехнологий и принципы их формирования
- 2.8.2 Информационное обеспечение высоких (точных) технологий
- 2.9 Эффективность агротехнологий
- 2.10 Реалии и мифы точного земледелия
- 2.11 Моделирование земледелия
- 2.11.1 Экспериментальные исследования системных связей в земледелии с целью математического моделирования
- 2.11.2 Математическое моделирование систем земледелия
- 2.11.3 Моделирование агротехнологий
- 2.12 Ландшафтное планирование
- 2.12.1 Принципы ландшафтного планирования
- 3 Агроэкологическая оценка земель и почвенно-ландшафтное картографирование в целях проектирования АЛСЗ**
- 3.1 Задачи и принципы построения агроэкологической оценки земель
- 3.2 Агроэкологические требования сельскохозяйственных культур как исходный критерий агрооценки земель
- 3.3 Система агроэкологической оценки земель
- 3.3.1 Рельеф
- 3.3.2 Литологические условия
- 3.3.3 Гидрогеологические условия
- 3.3.4 Агроклиматические условия
- 3.3.5 Структура почвенного покрова
- 3.3.6 Агроэкологическая оценка почв

- 3.3.7 Фитосанитарная оценка земель
- 3.3.8 Оценка деградации агроландшафтов и почв
- 3.4 Агроэкологическая типология и классификация земель
- 3.4.1 Развитие проблемы оценки земель для сельскохозяйственных целей
- 3.4.2 Агроэкологическая типизация земель
- 3.4.2.1 Принципиальная схема агроэкологической типизации земель
- 3.4.2.2 Ландшафтно-экологическая классификация земель
- 3.5 Классификация почв
- 3.6 Группировка агроэкологических видов земель
- 3.7 Особенности изыскательских работ для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия
- 3.7.1 Принципы почвенно-ландшафтного картографирования
- 3.7.2 Требования к содержанию почвенно-ландшафтных карт
- 3.7.3 Использование ГИС-технологий при почвенно-ландшафтном картографировании земель и обобщению материалов их агроэкологической оценки
- 4 Ландшафтное планирование и проектирование агроландшафтов**
- 4.1 Принципы и методология ландшафтного планирования
- 4.1.1 Постановка проблемы
- 4.1.2 Ландшафтное планирование, понятие, определение, задачи
- 4.1.3 Ландшафтное планирование в странах Европы
- 4.1.4 Мировые тенденции развития ландшафтного планирования
- 4.1.5 Объекты и основные принципы ландшафтного планирования
- 4.1.6. Особенности территориального планирования в России
- 4.1.6.1 Межотраслевое планирование
- 4.1.6.2 Межхозяйственное и внутрихозяйственное землеустройство.
- 4.1.6.3. Перспективы развития территориального планирования
- 4.2. Проект АЛСЗ как составная часть проекта внутрихозяйственного землеустройства
- 4.2.1 Основное содержание проекта внутрихозяйственного землеустройства на эколого-ландшафтной основе
- 4.2.2 Обоснование спецификации производства, соотношения и структуры сельскохозяйственных угодий, определение организационно-производственной структуры хозяйства, состава, количества и размеров производственного подразделения
- 4.2.3 Определение организационно-производственной структуры хозяйства, состава, количества и размера производственных подразделений
- 4.2.4 Подбор и размещение сельскохозяйственных культур с использованием ГИС-технологий
- 4.2.5 Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры
- 4.2.6 Особенности проектирования систем обработки почвы в севооборотах
- 4.2.6.1 Функции механической обработки почвы
- 4.2.6.2 Классификация систем обработки почвы
- 4.2.7 Проектирование системы удобрения сельскохозяйственных культур

- тур
- 4.2.7.1 Задачи и принципы проектирования систем удобрений
- 4.2.7.2 Применение органических удобрений
- 4.2.8 Фитосанитарная оптимизация агроценозов
- 4.2.8.1 Оценка целесообразности применения защитных мероприятий
- 4.2.8.2 Принципы формирования систем защиты растений
- 4.2.8.3 Применение биопрепаратов
- 4.2.8.4 Процедура проектирования систем защиты растений
- 4.2.9 Проектирование кормопроизводства
- 4.2.9.1 Современное состояние кормопроизводства и новые требования к его формированию
- 4.2.9.2 Размещение отраслей животноводства в соответствии с природными условиями
- 4.2.9.3 Расчет потребности животных в кормах
- 4.2.9.4 Ассортимент кормовых культур
- 4.2.9.5 Организация культурных пастбищ
- 4.2.9.6 Технологии улучшения природных кормовых угодий.
- 4.2.9.7 Устройство территории пастбищ
- 4.2.9.8 Устройство территории сенокосов
- 4.2.9.9 Составление картограммы мероприятий по организации, использованию и улучшению кормовых угодий
- 4.2.9.10 Проектирование зеленого конвейера
- 4.2.10 Проектирование овощеводства
- 4.2.10.1 Агроэкологическая оценка овощных культур
- 4.2.10.2 Особенности проектирования овощеводства и бахчеводства
- 4.2.10.3 Особенности удобрения овощных культур и обработки почвы
- 4.3 Проектирование мелиоративных мероприятий в адаптивно-ландшафтных системах земледелия
- 4.3.1 Мелиорация почв как составная часть адаптивно-ландшафтных систем земледелия
- 4.3.2 Проектирование химической мелиорации почв
- 4.3.3 Ландшафтно-экологические принципы формирования агролесомелиоративных комплексов
- 4.3.4 Агроэкологическое обоснование и проектирование гидротехнических мелиораций в адаптивно-ландшафтном земледелии, их агроэкологическое обоснование
- 4.3.4.1 Экологическая роль и место гидротехнических мелиораций в адаптивно-ландшафтном земледелии
- 4.3.4.2 Агроэкологическое обоснование оросительных и осушительных мелиораций при проектировании
- 4.3.4.3 Оптимизация мелиоративных мероприятий в соответствии с генетическими особенностями почв и почвообразующих пород
- 4.3.4.4 Регулирование мелиоративных режимов агрогеосистем различного уровня, агроэкологические риски и ограничения.
- 4.4 Организация территории сельскохозяйственного предприятия
- 4.5 Проектирование микрозаказников
- 4.6 Особенности проектирования АЛСЗ для земель различных агроэкологических групп в зональном и провинциальном аспектах
- 4.6.1 Особенности использования плакорных земель

- 4.6.2. Проектирование АЛСЗ на эрозионно-опасных землях
- 4.6.3. Проектирование АЛСЗ на дефляционно-опасных землях
- 4.6.4. Проектирование АЛСЗ на переувлажненных землях
- 4.6.4.1. Принципы и очередность освоения
- 4.6.4.2. Особенности земледелия на полугидроморфных почвах на начальном этапе осушения
- 4.6.4.3. Особенности земледелия на осушаемых торфяных болотных низинных почвах
- 4.6.5. Проектирование АЛСЗ на пойменных землях
- 4.6.6. Проектирование АЛСЗ на засоленных землях
- 4.6.7. Проектирование АЛСЗ на солонцовых землях
- 4.6.8. Проектирование АЛСЗ на мерзлотных землях
- 4.6.9. Особенности проектирования земледелия на сельскохозяйственных территориях загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами
- 4.7. Проектирование технологий возделывания полевых культур
- 4.7.1. Выбор сорта
- 4.7.2. Планирование урожайности
- 4.7.2.1. Категории урожайности сельскохозяйственных культур
- 4.7.2.2. Региональная практика расчета планируемой урожайности
- 4.7.3. Разработка структурных моделей посевов сельскохозяйственных культур с учетом предшественников и планируемой урожайности при различных уровнях интенсификации агротехнологий
- 4.7.4. Режимы внесения удобрений и пестицидов в точных агротехнологиях
- 4.7.5. Принципы управления развитием элементов продуктивности полевых культур
- 4.7.6. Методы и средства управления продукционным процессом полевых культур в точных агротехнологиях
- 4.7.7. Агроэкологические требования к сельскохозяйственной технике
- 4.8. Определение эколого-экономической эффективности адаптивно-ландшафтных систем земледелия
- 4.9. Ведение электронной книги истории полей
- 4.10. Опыт проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия
- 4.11. Состояние земледелия как следствие государственной аграрной политики
- 4.12. Перспективы технологической модернизации земледелия
- 4.13. Проблема совершенствования агрономического образования
- Литература

Удк 631.58
ББК 41.41
А26

Редактор М.И. Толмачева

Рецензенты:

академик РАСХН доктор сельскохозяйственных наук профессор А.Л. Иванов (Российская академия сельскохозяйственных наук)

член-корреспондент РАСХН доктор сельскохозяйственных наук П.А. Чекмарев (Министерство сельского хозяйства Российской Федерации)

Кирюшин В.И.

А26 Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М.: КолосС, 2010.

Дан анализ развития и состояния земледелия как базовой сельскохозяйственной науки, рассмотрены теоретические положения и опыт разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия, методология формирования агротехнологий различных уровней интенсификации. Особое внимание уделено типологии и ландшафтно-экологической классификации земель как основы для их формирования. Обоснована методология ландшафтного планирования и проектирования агроландшафтов. Рассмотрены проблемы технологической модернизации земледелия и организации инновационно-технологической деятельности.

Книга предназначена для научных работников, проектировщиков, агрономов, землеустроителей.

Удк 631.58
ББК 41.41

Предисловие

Новая книга Валерия Ивановича Кирюшина, крупного современного ученого-почвоведа, земледеля, агроландшафтоведа, академика Россельхозакадемии, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, профессора, заведующего кафедрой Московской сельскохозяйственной академии им. К.А.Тимирязева – событие в аграрной науке, приуроченное к его 70-летнему юбилею.

Символично, что в книге академика В.И.Кирюшина, подводятся, своего рода, итоги становления адаптивно-ландшафтного земледелия в Российской аграрной науке и производстве в период глобальных социально-экономических преобразований на рубеже 20 и 21 столетий. Этот весьма бурный исторический отрезок времени, сопровождался непрекращающимися и поныне, дискуссиями, корпоративными коллизиями. Они возникли буквально сразу же после известных сессий ВАСХНИЛ (Курск, 1991) и Россельхозакадемии (Воронеж, Каменная степь, 1992). Характерно, что в это же время была принята новая, биосферная парадигма природопользования, декларированная Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (13-14 июня 1992 г.).

В это бурное, с оттенками романтики и драматизма в нашей науке, двадцатилетие академик В.И.Кирюшин, будучи наиболее активным и последовательным участником дискуссий, публикует ряд основополагающих работ. Назовем наиболее значимые: «Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия» (1993), «Экологические основы земледелия» (1996), «Экологизация земледелия и технологическая политика» (2000). По заказу Минсельхоза России выходят коллективные - объемное руководство «Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем и агротехнологий» (2005), основанное на разработанных В.И. Кирюшиным принципах адаптивно-ландшафтного земледелия, методологии проектирования агроландшафтов и инновационно-технологического обеспечения.

В совокупности этот фундаментальный цикл работ, определивший методологию разработки и освоения новых систем земледелия, формирования

наукоемких агротехнологий, положен в основу научных направлений нескольких отраслевых отделений Россельхозакадемии. Разработки ученых, выполняемые в соответствии с этой идеологией, отвечают уровню и тенденциям развития мирового агропроизводства и задачам технологической модернизации экономики России. И все же, остаются вопросы, порой риторические.

Почему земельная реформа в России сопровождалась последовательным разрушением земельной службы, ликвидацией других сервисных технологических структур? Почему, обладая половиной мировых черноземов, пятой частью запасов пресной воды, Россия так и не вошла в число передовых аграрных стран, не достигла среднемирового уровня урожайности, продолжает неистово эксплуатировать природные ресурсы, подвергая деградации почвы и ландшафты? Почему государство, являясь одним из крупнейших мировых экспортеров минеральных удобрений, на нужды собственного крестьянина, определяет лишь десятую их часть, при этом разрушена служба химизации, угасает агрохимслужба? Почему не состоялось фермерство, в бедственном положении находятся большинство сельхозпредприятий, а курс на крупнотоварное производство обернулся гримасой невиданных в мире и в истории России латифундий, разрушением сельской инфраструктуры, социальным опустыниванием. Почему бедствует аграрная наука, не созданы инновационные структуры, а государство, не располагая внятной научно-технической политикой, по сути сдерживает процесс технологической модернизации сельскохозяйственного производства?

Эти и другие вопросы вновь возникают при прочтении книги «Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов». Вместе с тем, академик, как бы, подчеркивает, что «точка невозврата» еще не пройдена, и в очередной раз, со свойственной ему настойчивостью, предлагает вернуться к разговору, начиная книгу с анализа становления земледелия, как науки *ab incunabilis, ab antique* (с колыбели, с античности) до сегодняшних дней. Этому посвящена значительная часть книги. Показана также и мощь русской аграрной мысли, которая, порой, не только превосходила европейскую, но и оказала существенное влияние на формирование облика со-

временного мирового земледелия. Ярким свидетельством тому, биосферная идеология Докучаева-Вернадского, которая во многом предвосхитила современную парадигму природопользования, положенную в основу sustainable development (устойчивого развития) мирового агропроизводства.

В первой части книги присутствует глубокий анализ систем земледелия второй половины прошедшего столетия от истоков формирования новых представлений об обработке почвы и регулировании её плодородия Т.С.Мальцева и А.И.Бараева, заложивших основы почвозащитного земледелия, до зональных систем и интенсивных технологий возделывания полевых культур. Анализируются успехи различных крупных народно-хозяйственных кампаний и уроки сопровождающей их кампанейщины. Мелиорация рассматривается как важная составная часть земледелия. Успехи последней способствовали мощному поступательному движению и прогрессу в агропроизводстве, улучшению социального облика и инфраструктуры села, а экспансия и экологические несообразности, гипертрофированные в общественном сознании и подхваченные публицистами различных мастей в период Перестройки, привели к существенной дискредитации мелиорации как науки и отрасли. Серьезные политические последствия этой акции ощутимы и ныне.

Вторая часть начинается с анализа противоречий интенсификации земледелия, слабой дифференцированности и экологической недостаточности зональных систем,

Сам автор, выходец из школы академика А.И. Бараева, принимал активное участие в разработке зональных систем земледелия в начале 80-х годов, будучи директором Сибирского НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства. Но в его работах уже тогда понятие зональных систем отличалось конкретизацией их экологического адреса, обусловленной определенными ландшафтно-экологическими условиями. Несколько ранее – в 70-х годах им была разработана система земледелия на солонцовых землях степной зоны Казахстана, чему всячески способствовал академик А.И. Бараев. Развивая далее понятийный аппарат систем земледелия, В.И. Кирюшин включил в него помимо агроэкологических условий, обусловленность системы земледелия социально-экономическими факторами, в том числе рынком, многоукладно-

стью экономики, производственно-ресурсным потенциалом. В дальнейшем в начале 90-х годов им было дано известное определение адаптивно-ландшафтной системы земледелия как системы использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированной на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающей устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Агроэкологическая группа земель рассматривается автором как категория агроландшафта, выделенная по агроэкологическим факторам, обуславливающим ту или иную систему земледелия. Суть формирования АЛСЗ сводится к идентификации элементарных ареалов агроландшафта и объединению их в агроэкологические типы земель, применительно к которым формируются севообороты и сенокосо-пастбищеобороты в рамках АЛСЗ. Четкая параметризация этих категорий и ясность механизма построения систем земледелия, показанного на конкретных проектах, положили в известной мере конец затянувшейся дискуссии 90-х годов. В методологии В.И. Кирюшина все дискутировавшиеся подходы – ландшафтный, экологический, агроцено-тический были интегрированы по сути в ландшафтно-экологическую концепцию.

Им были разработаны классификация адаптивно-ландшафтных систем земледелия и классификация агротехнологий (экстенсивные, нормальные, интенсивные, высокоинтенсивные). Последняя легла в основу формирования, региональных и федерального регистров агротехнологий.

Развивая биосферную концепцию природопользования применительно к земледелию, В.И. Кирюшин по новому определяет понятия «земля», «почва», «плодородие», «деградация почв», исходя из экологического императива, приоритета экологических функций агроландшафтов. Цель земледелия как науки он видит в «выявлении системных связей между элементами земледелия, экономическими и экологическими условиями и оптимизации на их основе агроландшафтов и агроценозов». Поэтому на протяжении все своей

творческой деятельности он уделял большое внимание моделированию систем земледелия на основе многофакторных полевых экспериментов.

Третья часть книги посвящена агроэкологической оценке и почвенно-ландшафтному картографированию в целях проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Система агроэкологической оценки земель и методология проектирования АЛСЗ и агротехнологий реализована в АгроГИС, что определило качественно новый уровень самой процедуры земельного проектирования. Важной составляющей этой работы является система агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур. Автор книги обращает внимание на необходимость ее совершенствования. Нельзя не согласиться с ним в том отношении, что современное растениеводство, как наука, не систематизировано в такой степени, как земледелие. Отсюда и упрощенное понимание, недоценка агротехнологий, подмена понятий в форме так называемой сортовой агротехники. Обособленность этих глубоко родственных дисциплин пока не преодолена.

В своих работах академик В.И. Кирюшин постоянно возвращается к проблеме ландшафтно-экологической классификации земель, классификации почв и их совершенствованию.

Он предлагает бережнее относиться к базовой классификации почв 1977 г., в основу которой положен факторно-экологический подход. При всех недостатках она остается основой почвенно-картографических, землеоценочных и кадастровых работ, рассматривается как основная в учебниках почвоведения сельскохозяйственных ВУЗов, сохраняет свое значение и при проектировании АЛСЗ, в отличие от Классификации почв России 2004 года, основанной на субстантивном подходе. В ней исключены факторно-экологические характеристики почв необходимые для их агроэкологической оценки и проектирования.

В одной из своих более ранних работ В.И.Кирюшин отмечает, что субстантивное начало классификации может получить широкое пользование при условии утверждения и развития ландшафтно-экологической классификации земель. В последнюю следует перенести внешние характеристики почв (рельеф, гидрогеологические, литологические условия и др.), т.е. признаки аг-

роландшафтов, преодолевая тем самым, трудности совмещения профильно-генетических и внешних экологических критериев систематики. По нашему мнению всякие новые классификации не должны сокращать количество почвенной информации.

Для целей же проектирования АЛСЗ в упомянутом выше Методическом руководстве предложена модифицированная с учетом новых достижений базовая классификация почв в составе ландшафтно-экологической классификации земель.

Значительное место занимает в книге четвертая часть, посвященная проектированию АЛСЗ, в том числе систем севооборотов, обработки почв, удобрения, защиты растений, мелиоративных мероприятий, агролесомелиоративных комплексов. От пространного обсуждения этой части нас освобождает достаточно широкая известность этих работ, восприимчивость методологии специалистами и востребованность сельскохозяйственными товаропроизводителями, особенно крупными компаниями. Научная школа академика В.И. Кирюшина насчитывает немало кандидатов, докторов наук, в том числе и академическими званиями, а в последние годы активно пополняется магистрами. Это залог дальнейшего развития этого крупного научного направления. Книга весьма полемична. Трудно остаться беспристрастным по прочтении глав 4.11 и 4.12, в которых обсуждаются состояние земледелия как следствие государственной аграрной политики (точнее её отсутствия), и перспективы технологической модернизации земледелия. В них автор сознательно форсирует полемику в виде множества острых вопросов и к власть предержащим в том числе. Но требовательность к людям, призванным принимать основополагающие государственные решения, оправдана чрезвычайной требовательностью ученого к себе. Гражданская позиция, бескомпромиссность к прозябанию в науке, так же как к проявлениям наукообразия, у В.И. Кирюшина всегда созидательны. Созидательность и призыв к активным действиям присутствуют и в данном издании.

Академик В.И.Кирюшин не сопровождал свой труд традиционным заключением. Однако, в одной из глав книги пишет: «В России выход из сложившегося положения потребует широких интегрированных усилий по всем

аспектам функционирования АПК - политическим, экономическим, социальным, экологическим, технологическим. Выход этот будет измеряться реальными шагами на пути достижения продовольственной безопасности России. Для этого имеются необходимые материальные предпосылки в благоприятном сочетании: богатые энергетические ресурсы, без меры отчуждаемые за рубеж; ресурсы минеральных удобрений, в основном вывозимые за границу для поддержки наших зарубежных кормильцев; крупные финансовые резервы, рискованно размещенные за рубежом в виде так называемого стабилизационного фонда; лес и другое отчуждаемое за бесценок сырье, которое может быть направлено на агропромышленные цели»... Добавим к этому «бедствующая, но все же мощная аграрная наука России», и будем воспринимать предложенные меры, как еще один шанс для вывода России в фарватер высокотехнологичных передовых аграрных стран мира.

Убеждены, что книга найдет своего читателя в лице широкой аудитории начинающих и маститых ученых, специалистов и руководителей сельского хозяйства, потому как представляет собой труд, призванный стать классическим в российской аграрной науке.

Вице-президент, академик
Российской академии
сельскохозяйственных наук,
заслуженный деятель науки
Российской Федерации,

А.Л.Иванов

Введение

Более 120 лет назад В.В. Докучаев (1886) сокрушался: «Разве не поразителен факт, что в России, где такая масса роскошных земель, урожай наиболее распространенных хлебов – пшеницы, ржи и прочих – в два-три раза ниже, чем в Англии, Голландии, Бельгии, Франции и Германии. Неужели же мы никогда не примем действенных мер по устранению этого поразительного и крайнее бедственного для России факта». Понимая, что в России «не столь благоприятны климатические условия», этот великий ученый замечал, что «степень их невыгодности у нас сильно преувеличивают», и «решительно ничего не сделано, чтобы приноровить наши пашни» к засухам, чтобы утилизировать в сельскохозяйственном смысле наши речные, снеговые и дождевые воды...».

Этот разрыв с годами продолжал возрастать. Автору этой книги и его сподвижникам, начинавшим свою научно-агрономическую деятельность в годы политической «оттепели», казалось, что это позорное для великой страны недоразумение будет преодолено учеными нашего поколения, и Россия с ее огромным производственно-ресурсным и человеческим потенциалом займет подобающее ей место в мировой аграрной цивилизации. Прошло почти пол века, отставание от названных стран Запада еще больше возросло. Средняя урожайность зерновых культур в России за последние десятилетия была в 1,7 раза ниже среднемировой и в 4 раза ниже западноевропейской. Возникает тот же вопрос: почему? Попытка в какой-то степени ответить на этот вопрос была сделана десятью годами ранее в книге «Экологизация земледелия и технологическая политика» (Кирюшин В.И., 2000).

В ней были отражены противоречия советского периода и ошибки аграрного реформирования 90-х годов и их переплетения. Появившиеся экономические свободы не были реализованы в сельском хозяйстве по ряду причин, в числе которых особое место занимают отстраненность государства от создания рыночной инфраструктуры регулирования земельных отношений и

оборота земли, инновационно-технологического обеспечения и в целом отсутствия внятной аграрной политики, в том числе научно-технической.

В то же время в книге были определены задачи по преодолению технологической модернизации земледелия. В качестве теоретических предпосылок таковой рассматривается достижения адаптивно-ландшафтного земледелия.

Предлагаемая монография посвящена развитию этой проблемы, рассмотрению методологии разработки, проектирования и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия и наукоемких агротехнологий. Данная методология имеет свои корни в истории земледельческой науки. Именно в России при всех сложностях практического земледелия сложилось земледелие как наука, как базовая теория использования сельскохозяйственных земель с целью производства сельскохозяйственной продукции. Имея в основе своей этот предмет земледелие как наука использует метод системного анализа агроэкологических, социально-экономических и других факторов, их взаимодействия для построения производственных моделей и агротехнологий.

В книге показано, что путь к современной методологии земледелия проложен классиками этой науки на протяжении более, чем двух веков. Они изначально воспринимали земледелие как системную категорию.

В 90-х годах 20 века в рамках новой парадигмы природопользования сложилась теория адаптивно-ландшафтного земледелия и методология проектирования агроландшафтов в АгроГИС, определились ландшафтно-экологические подходы к землеустройству разных условий созвучные современным представлениям ландшафтного планирования. Разработана методология формирования агротехнологий различных уровней интенсификаций в рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Созданные методы проектирования высоких агротехнологий интегрируют опыт современного точного земледелия на основе землеоценочных подходов, в частности использования теории структур почвенного покрова. Таким образом, в стране имеют-

ся необходимые научные предпосылки технологической модернизации земледелия.

Для их реализации необходимо создание систем земельного проектирования и инновационно-технологического обеспечения сельского хозяйства.

Этот путь предопределен с одной стороны необходимостью интенсификации сельского хозяйства, а с другой – требованиями его экологизации в соответствии с новой (биосферной) парадигмой природопользования. Компромисс между этими категориями в земледелии достигается адаптивной его интенсификацией, сочетающая ландшафтно-экологический подход с наукоемкими агротехнологиями.

Такой подход непременно должен реализоваться в России – в стране, где В.В. Докучаевым и В.И. Вернадским были заложены первоосновы биосферной идеологии природопользования и принципы земледелия на ландшафтной основе.

Автор книги далек от иллюзий скорых преобразований. Адаптивно-ландшафтное земледелие находится лишь на старте. Слишком велик разрыв между практическим земледелием и наукой, хотя опыт передовых хозяйств обнадеживает. В стране слишком недостает внимания сельскому хозяйству, со стороны государства и общества. Может быть, поэтому автор книги бывает резок в оценках этих взаимодействий и. Поэтому в книге научного содержания встречаются элементы публицистики.

Критический настрой книги позволяет надеяться на отклики и замечания читателей, которым автор будет за них весьма признателен.

Часть I

Развитие земледелия как науки

1.1. Понятие и определения земледелия, связь с другими науками

Земледелие занимает особое положение в системе наук. Уникальность этой науки связана с необычайной ее многоплановостью и в тоже время целостностью. Она охватывает множество аспектов взаимодействия человека с природой в сфере производства продовольствия. Целостность данной категории обусловлена системным характером этого взаимодействия по множеству параметров.

Земледелие как наука зародилось в процессе осмысления практического опыта. Контуры ее обозначились в трудах античных мыслителей, а с началом экспериментирования в 19-ом веке она сформировалась как базовая сельскохозяйственная наука. От классика к классику, начиная с Тэера, развивался системный подход, который реализовался в математических моделях земледелия середины 20-го века.

Мощным импульсом к становлению научного земледелия послужило развитие естественных наук второй половины 19 века. Тогда же от самой земледельческой науки началось отпочковывание, зародившихся в ее недрах агрономического почвоведения, агрохимии, а затем множества других наук и дисциплин, что продолжается и по сей день. Этот процесс закономерен, но противоречив, когда та или иная дисциплина в силу амбициозных или других субъективных обстоятельств приобретает центробежные силы.

Состояние земледелия как отрасли сельскохозяйственного производства и как науки в значительной мере зависит от государственной аграрной политики и социально-экономических условий.

Представления о земледелии как науке часто не однозначны, иногда носят упрощенный характер. Недооценивается его интегрирующее начало, основанное на разветвленных внутренних связях, которые далеко не всегда воспринимаются. Нередко противоречивы оценки места и роли смежных с

земледелием наук их связи между собой. Иногда и сама сельскохозяйственная наука представляется как нечто собирательное.

Важно иметь ясное определение сущности различных наук и дисциплин, их классификации, особенности взаимодействия между собой и различными категориями практической деятельности от проектирования производственных систем до конкретных технологий.

Под наукой, как таковой, понимают особый вид человеческой деятельности, направленной на выработку и систематизацию объективных знаний о мире, о закономерностях развития природы и общества и их прогнозирование. Понятие «наука» включает в себя как деятельность по достижению нового знания, так и результат этой деятельности – сумму полученных к данному моменту научных знаний.

По своей направленности, по непосредственному отношению к практике отдельные науки принято подразделять на фундаментальные и прикладные. Задачей фундаментальных наук является познание законов, управляющих поведением и взаимодействием базисных структур природы, общества. Они изучаются безотносительно к их возможному использованию. Непосредственная цель прикладных наук – применение результатов фундаментальных наук для решения не только познавательных, но и практических задач. Поэтому здесь критерием успеха служит не только достижение истины, но и мера удовлетворения социального заказа. На стыке прикладных наук и практики развивается особая область исследований – разработки, переводящие результаты прикладных наук в форму технологических процессов, конструкций и пр. по схеме: фундаментальные исследования – прикладные исследования – разработки – практическое освоение.

Теперь попытаемся рассмотреть существующие понятия и определения земледелия.

В ГОСТе 16265-70 практическое земледелие определяется как совокупность «растениеводческих отраслей, основанных на возделывании земли»

Довольно размытое определение земледелия в разных его ипостасях находим в академическом словаре-справочнике В. Снакина (2000): «земледелие – производство продовольственных (преимущественно зерновых), технических, кормовых культур, картофеля и др. Одна из важнейших отраслей сельского хозяйства; часто отождествляется с полеводством и растениеводством (в последнем выделяют овощеводство, плодоводство, виноградарство). В качестве науки земледелие определяется как раздел агрономии, изучающий общие приемы возделывания сельскохозяйственных растений».

В этом же словаре дается определение адаптивного земледелия: «земледелие, приспособленное к почвенным и другим условиям рассматриваемой территории». Термин появился как противопоставление необоснованному распространению сельскохозяйственной монокультуры (хлопчатника, кукурузы и др.) на огромных территориях, исходя лишь из конъюнктурных соображений»

Учитывая высокий научный статус данного издания, такие определения представляются слишком упрощенными, как взгляд с высока на объект далекий от науки.

Не раскрывают научной сущности земледелия и более продвинутые определения его, предложенные в Большой советской энциклопедии (1972) и в новейшей Большой российской энциклопедии (2008).

Во всех определениях, приведенных в этих изданиях, земледелие рассматривается как раздел агрономии. Такую трактовку нельзя признать корректной, поскольку агрономия не наука, а совокупность агрономических наук. Некоторые авторы (Воробьев С.А., 1979) понимают под агрономией комплекс агрономических наук и практических приемов по возделыванию сельскохозяйственных культур. В этой совокупности наук земледелие предстает как базовая наука. От ее интегрирующей роли зависит эффективность всех агрономических наук. Кстати сказать, в существующей классификации наук (Кедров Б. М., 1974) агрономические науки выделены в группе сельскохозяйственных наук. Наряду с термином «агрономия» имеет употребление

термин «агротехника» Он часто используется в понимании «технологии возделывания сельскохозяйственных культур», но иногда в более широком смысле.

Термином «агротехника» часто подменяли понятие земледелия в годы становления колхозно-совхозного строя. Например, в «Сельскохозяйственном словаре-справочнике» под редакцией А.И. Гайстера (1934) нет определения земледелия и систем земледелия. Есть понятие «агротехника», которое формулируется как «применение способов и методов научного земледелия в целях достижения высоких и устойчивых урожаев и наибольшей производительности труда». Основные требования агротехники излагались в уточнявшихся для отдельных районов агроправилах, которые являлись обязательными к исполнению совхозами и колхозами. Агроправила составлялись по культурам с изложением всего цикла работ. Эти агроправила из благих намерений снабдить хозяйства производственными рекомендациями превратились в шаблоны и последующие догмы так называемого социалистического земледелия.

Более полные и адекватные определения земледелия как науки представлены в учебниках земледелия. Весьма популярным, длительно переиздававшимся был учебник «Земледелия» под редакцией С.А Воробьева (1991). В нем земледелие трактуется как наука о наиболее рациональном, экономически, экологически и технологически обоснованном использовании земли, формировании высокоплодородных, с оптимальными параметрами для возделывания культурных растений почв. Указывается, что «земледелие как наука основывается на новейших теоретических достижениях таких важнейших фундаментальных научных дисциплин, как почвоведение, землеустройство и землепользование, агрохимия, растениеводство, биотехнология, микробиология, агрометеорология, комплексная мелиорация, прогрессивная технология возделывания культур, экология, экономика, программирование урожаев. Вместе с тем значительно возрастает роль земледелия, как экспериментально-прикладной, строго зональной науки, с широким использованием

опыта земледельца. Единство глубокого научного познания и многолетнего практического опыта, системный подход – неперенное условие развития земледелия».

В данном учебнике и последующих декларируется необходимость системного подхода, но суть его в должной мере не раскрывается. Что же касается трактовки земледелия как «строго зональной науки», то она неудачна, ибо любая наука, если она таковой является, не может быть местной. Термин «зональная» относится к практической категории – системе земледелия.

Последующие базовые учебники по земледелию мало отличались по своей сути от цитированного. В одном из них обращается особое внимание на идентификацию объекта земледелия. Подчеркивается, в частности, что «под используемыми землями понимают не только пашню, но и все земли, которые могут быть годны для сельскохозяйственных целей, луговые и пастбищные угодья, заболоченные и заросшие кустарником и нарушенные земли, если их можно привести в пригодное состояние» (Земледелие, 2000).

Этот акцент сделан не случайно, поскольку некоторые авторы считают, что земледелие охватывает только полеводство. Такая позиция чрезвычайно ущербна, потому что производство продукции в полевых севооборотах тесно связано с использованием лугов и пастбищ, производство овощей сопряжено в полевых и овощных севооборотах. Все угодья, в том числе сады, связаны противозерозионной и мелиоративной организацией территории. Отсюда луговоеводство, овощеводство, садоводство не могут не рассматриваться в единой модели земледелия сельскохозяйственного предприятия. Это не означает какого-либо обезличивания или умаления роли этих наук, так же как и растениеводства. Важно, однако, идентифицировать место, задачи, их методологию, прямые и обратные связи с земледелием. Эти связи определяются логикой развития самих наук. При этом важна соответствующая организация научных институтов и исследовательского процесса с приоритетной поддержкой базовой науки – земледелия.

Исходя из изложенных позиций, определение земледелия как науки представляется следующим. **Земледелие – базовая сельскохозяйственная наука о рациональном использовании земли, цель которой – выявление системных связей между элементами земледелия, экологическими и экономическими условиями и оптимизация на их основе агроландшафтов и агроценозов для производства экономически и экологически обусловленной продукции безопасной для окружающей среды.**

Научное земледелие ориентировано на познание сущности функционирования антропогенно-природных систем по производству продовольствия и сельскохозяйственного сырья, их развития и прогнозирования. Целостность этих систем как предмета науки, определяется ландшафтно-экологическими, экономическими, социальными и другими связями и воздействиями по поводу производства сельскохозяйственной продукции. Конкретно речь идет об изучении структуры и функционирования сельскохозяйственных ландшафтов и агроценозов в различных социально-экономических средах с целью их оптимизации по условиям производства продукции и сохранения биосферных функций.

Характеризуясь целостностью, данные категории обладают всеми свойствами систем, каковыми являются в частности:

- множественность различных аспектов изучения, обусловленная сложностью и многообразием связей отдельных подсистем и элементов;
- структурность – сеть связей внутри системы, выстраиваемых по отношению к цели исследований;
- иерархичность – последовательность выделения подсистем внутри системы;
- непротиворечивость знаний, получаемых на разных иерархических уровнях;
- взаимозависимость системы и среды.

Последнее свойство вытекает из определения системы: взаимосвязь с внешней средой есть форма проявления ее целостности.

В территориальном плане выделяют агрогеосистемы регионального уровня, которым соответствуют зонально-провинциальные агрокомплексы, состоящие из наборов адаптивно-ландшафтных систем земледелия («зональные системы земледелия»).

Второй иерархический уровень – агроландшафты. Это геосистемы, детерминированные по совокупности определяющих агротехнологических факторов (агроэкологические группы земель) и отвечающие им адаптивно-ландшафтные системы земледелия, дифференцированные с учетом различных социально-экономических условий.

Третий уровень – виды земель и отвечающие им севообороты и агротехнологии, и их оптимизация по эколого-экономическим и другим условиям.

Четвертый уровень – агроценозы сельскохозяйственных культур. В них выделяются подсистемы «почва» и «растение» со всеми их составляющими. Их изучение является предметом почвоведения, физиологии и других наук, но задача земледелия как науки – интегрировать управление продукционными процессами сельскохозяйственных культур и регулирование почвенного плодородия в агротехнологиях и системах земледелия с учетом социально-экономических и хозяйственных условий.

Более общая, глобальная задача земледелия как науки – оптимизация производственной деятельности по эколого-энергетическим условиям. Естественные фитоценозы и агроценозы представлены живыми веществами. Если они исчезают или недостаточны по объему, идет энтропийный процесс (Коринец В.В., Коринец А.В., 2007). Неслучайно Ю. Одум (1975) назвал энергию «экологической валютой». Если Одум рассматривал экологию как науку «изучающую связи между светом и экологическими системами и способами превращения энергии внутри систем», то земледелие в этом ключе можно рассматривать как науку об энергетической оптимизации сельскохозяйственного производства. Некоторая попытка в данном отношении предпринималась В.М. Володиным (2000), который определил земледелие как «науку об

агроэкосистемах, происходящих в них процессах энерго-, массопереноса и приемах их направленного экологически безопасного регулирования с целью получения оптимального для данных условий количества энергии органического вещества в виде необходимой продукции высших растений».

Существенный признак земледелия как науки - способность прогнозировать эволюцию отрасли с учетом развития научно-технического прогресса, изменения социально-экономических и других условий. В глобальном аспекте особое значение будут иметь экологическая дифференциация земледелия, международная кооперация и специализация производства в целях экологизации и энергосбережения, переход к наукоемким агротехнологиям. Развитие и интернационализация системы агроэкологической оценки земель и сближение методологических подходов формирования систем земледелия позволит адекватно экстраполировать научные достижения и практический опыт различных стран.

Проблема взаимодействия земледелия с другими дисциплинами чрезвычайно актуальна, поскольку первая выступает по отношению ко вторым как матрица. Особое значение имеет **взаимосвязь с земледелия с растениеводством, почвоведением и агрохимией.**

Под растениеводством понимают науку о возделывании растений полевой культуры. Оно возникло как частное земледелие. На раннем этапе растениеводство органично связывалось с общим земледелием, как это отражено в учебнике И.А. Стебута «Полеводство» и его научных трудах. Данная традиция была воспринята и развита Д.Н. Прянишниковым, читавшим курс частного земледелия в Тимирязевской академии в определенной мере интегрированный с агрохимией. Тогда же В.Р. Вильямс читал курс общего земледелия в одной программе с почвоведением. Образовательная программа, построенная на единстве этих дисциплин, сыграла исключительно важную роль в подготовке агрономов.

После Д.Н. Прянишникова развитие растениеводства в значительной мере связано с именем Н.И. Вавилова. Ему же принадлежит инициатива пе-

реименования частного земледелия в растениеводство. В современном учебнике растениеводство определяют преимущественно как науку, «изучающую видовые и сортовые формы полевых культур, особенности их биологии, требования к условиям среды и приемы получения наибольших урожаев высокого качества» (Основы технологий сельскохозяйственного производства... 2000). Данное определение соответствует содержанию учебников растениеводства, которые отнюдь не носят системного характера, освещая «приемы агротехники». По мнению В.Т. Васько (2004), «теория возделывания культурных растений до сих пор не имеет четкого выражения. В учебных пособиях этому разделу отводится ничтожно мало места. Поэтому до сих пор технологии возделывания полевых культур составляются экспертным путем, что на практике часто не оправдывает себя». В качестве исключения в данном отношении можно назвать учебник В.В. Коломейченко (2007), в котором агротехнологии систематизированы по схеме Федеральных регистров агротехнологий. В целом исследования по растениеводству слабо систематизированы, не говоря уже о необходимой их интеграции для разработки агротехнологий. В основе их - модели управления продукционными процессами и формирование агроценозов на основе изучения ценотических связей. Это и есть теоретическая база растениеводства, которое соотносится с земледелием через агротехнологии. Последние «пронизывают» системы земледелия технологическими требованиями, идущими от сорта.

Связь земледелия с почвоведением имеет древнюю историю, поскольку изначально они развивались как одно целое. С обособлением почвоведения как самостоятельной естественно-исторической науки была создана мощная научная база для развития земледелия. Появление докучаевского генетического почвоведения активно приветствовали А.В. Советов и А.Н. Энгельгардт, подчеркивая важность этого достижения для сближения естествознания и сельского хозяйства. В.В. Докучаев уделял особое внимание комплексному изучению условий, определяющих дифференциацию земледелия. Активно способствовал развитию агропочвоведения П.А. Костычев. В.Р. Ви-

льямс рассматривал почвоведение как основу формирования систем земледелия. В его лекционных курсах почвоведение и земледелие были неразделимы, а основной его учебник назывался «Земледелие с основами почвоведения».

Надо отдать должное отечественной почвенной науке и ее докучаевским традициям в формировании системного подхода к изучению и использованию почв и ландшафтов. В России почвоведение развивалось с опережением по отношению к сельскохозяйственным наукам и сельскохозяйственному производству. В числе многих достижений российского почвоведения следует особо отметить создание множества общих и тематических почвенных карт различных масштабов и обстоятельных монографий по почвам, охватывающих все регионы страны.

Несмотря на несомненные достижения почвенной науки и очевидную значимость почвоведения для удовлетворения потребностей человечества в продовольствии и одежде, поддержании оптимальных социально-экологических условий жизни людей, востребованность почвоведения и отношение к нему в обществе в целом оставляет желать много лучшего. Это обстоятельство, характерное как для России, так и для других стран, отмечается в последние годы на различных международных форумах по почвоведению и в литературе.

По выражению известного французского почвовед-профессора А. Руэллана (1997) «почвоведение сегодня недостаточно заметно в обществе, недостаточно четко заявляет о себе как самостоятельная наука. Почва, почвенная среда является для широкой общественности наименее известной из сред. Взгляд людей на почву очень узкий, поверхностный, далеко не такой заинтересованный, как их взгляды на звезды, растения, животных, моря и горы, горные породы, и минералы. Даже у людей, профессионально связанных с использованием почвенных ресурсов потребность в почвоведении не столь сильна, не столь глубока. В частности, агрономы обращают большее внима-

ние на технические или социально-экономические аспекты производства, чем на экологические условия, особенно почву”.

Это общее впечатление – убедительный повод к анализу проблемы почвенно-агрономического и почвенно-экологического обеспечения сельского хозяйства. Очевидно, в странах с различным уровнем экономического развития эта проблема имеет неодинаковое содержание при некоторых общих негативных тенденциях. В нашей стране, сыгравшей важную роль в становлении мирового почвоведения, разрыв между достижениями почвенной науки и результатами сельскохозяйственного использования почв наиболее велик. Самая общая причина этого разрыва – слабая востребованность достижений научно-технического прогресса вследствие перманентных социально-экономических противоречий. В числе конкретных причин – неудовлетворительная организация научного обеспечения АПК. Ограниченное восприятие почвоведения заложено в образовательных программах сельскохозяйственных ВУЗов, где почвенной подготовке агрономов отведена весьма скромная роль и сам предмет носит нередко более ознакомительный характер, чем профессиональный.

Почвоведы не слишком стремились к комплексным решениям задач сельскохозяйственного производства и природопользования, хотя системная основа для развития природопользования на почвенно-ландшафтной основе была заложена В.В. Докучаевым одновременно с созданием генетического почвоведения. Значение докучаевского подхода было переосмыслено и переоценено лишь спустя столетие. Вскоре после ухода В.В. Докучаева почвоведение в значительной мере отошло от ландшафта, утратилось внимание к изучению почвенно-ландшафтных связей и их агрономической интерпретации.

В связи с переходом к биосферной идеологии природопользования значение почвоведения выходит за рамки традиционных агрономических задач, усиливается значение фундаментальных его аспектов, касающихся сохранения экологических функций почв и агроландшафтов.

Агрохимия из прямой принадлежности земледелия разрослась в самостоятельную науку. В России это проявилось, как нигде. Д.Н. Прянишниковым была определена главная задача агрохимии как регулирование круговорота веществ в агроценозах. В последние 20-30 лет этот подход обогатился познанием системного взаимодействия удобрений с элементами земледелия и механизмов управления продукционным процессом сельскохозяйственных культур, а в самые последние годы развитием представлений о ландшафтной агрохимии.

Нарушение баланса биогенных элементов в земледелии ведет не только к уменьшению производства продукции и ухудшению ее качества, но и к снижению устойчивости агроландшафтов. В этой связи компенсация дефицита питательных веществ применением органических и минеральных удобрений должна рассматриваться как экологически обусловленная задача, а объектом регулирования биологического круговорота веществ становится уже не отдельный агроценоз, а агроландшафт в целом с учетом горизонтальных и вертикальных геохимических потоков.

Помимо непосредственного воздействия на продукционный процесс сельскохозяйственных культур, удобрения в значительной мере определяют выбор севооборотов, системы обработки почвы, сроков посева и норм высева, то есть оказывают влияние на формирование систем земледелия, особенно почвозащитных. Например, в случае замены вспашки плоскорезной обработкой для защиты от эрозии требуется применение азотных удобрений. При оставлении соломы в целях усиления защиты почвы от эрозии дефицит азота еще более возрастает, что требует повышения доз азотных удобрений. Сокращение чистых паров в эрозионных ландшафтах лесостепи также затруднительно без удобрений и пестицидов. Определенный уровень химизации необходим и для поддержания противодефляционной системы земледелия в степной зоне, особенно для минимизации обработки почвы.

Все это означает, что химизация земледелия является необходимым условием его экологизации. С повышением обеспеченности агрохимически-

ми ресурсами появляется возможность интенсификации агротехнологий на лучших землях и трансформации эрозионных, солонцовых и других неблагоприятных земель в сенокосные, пастбищные и другие угодья.

К сожалению, история агрохимии и применения удобрений в России изобилует множеством недостатков, большая часть которых связана с несовершенством агротехнологий или отсутствием таковых, поскольку применение удобрений не соотнобразывалось с защитой растений от сорняков, болезней, вредителей, полегания. Не учитывались системные связи удобрений с севооборотами, долей чистого пара, обработкой почвы.

Технологическая бессистемность усугублялась подменой профессиональных функций товаропроизводителей внешним сервисом МТС, Сельхозхимии и т.п. При этом не было внятной сортовой политики и конкретной «привязки» агротехнологий к сортам.

В научном обеспечении существовал постоянный разрыв между различными отраслями, в том числе растениеводством, земледелием, почвоведением, агрохимией. Несмотря на высокий теоретический уровень, достижения агрохимии не интегрировались с другими дисциплинами. Поэтому официальные нормативы окупаемости минеральных удобрений в России были сильно занижены. Они были получены в основном в краткосрочных полевых опытах, в которых не обеспечивалось управление продукционным процессом культур с учетом соответствующих системных связей.

Анализируя весьма противоречивую историю так называемой химизации земледелия, следует подчеркнуть, что любая попытка автономизации агрохимического обеспечения земледелия, отхода от системы земледелия приводит к неблагоприятным экономическим и экологическим последствиям. В данной связи нелишне напомнить, что первый прецедент такого рода был создан самим Либихом, о чем будет сказано ниже. Освоение систем земледелия так или иначе связано с землеустройством. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия служит императивом по отношению к землеустроительному проектированию.

Землеустроительная служба в России была неплохо структурирована и включала мощные почвенные партии, проводившие почвенные и геоботанические изыскания. К сожалению, добротные в большинстве случаев материалы этих изысканий слабо использовались при разработке проектов землепользования и систем земледелия. Землеустроители проектировали крупно-размерные поля-прямоугольники, сообразующиеся не с экологическими условиями возделывания сельскохозяйственных культур и их требованиями, а с удобством использования крупногабаритной техники. Тем самым обесценивались изыскательские усилия. Колхозам и совхозам выдавались крупномасштабные почвенные карты, но агрономы ими практически не пользовались, поскольку не располагали достаточными знаниями почв и особенностей их использования. Почвоведы не доводили почвенную информацию до интегрированных проектов, а землеустроители, далекие от понимания агроэкологических условий, не были способны к комплексным экологически и экономически обоснованным решениям.

В 80-х годах, в период освоения зональных систем земледелия, качество проектирования систем земледелия существенно улучшилось, особенно в тех областях, где Гипроземы тесно сотрудничали с кафедрами почвоведения местных университетов и сельскохозяйственных ВУЗов. В начале 90-х годов, когда восторжествовала идея дифференциации земледелия на ландшафтной основе, предполагалось, что востребованность почвоведения возрастет в связи с более адекватным подходом к проектированию систем земледелия, что должно было стать важнейшей задачей осуществлявшейся земельной реформы. Естественно было предположить, что эта задача будет решаться обновленной земельной службой. Однако вместо реформы в эти годы началось разрушение сельскохозяйственных служб, в том числе и землеустроительной. Крах землеустроительной службы в России - закономерный итог ее экологической отстраненности и схоластичности. Ее руководители не слишком множеству ошибок реформирования, и, в конце концов, свели ее к землемерной функции – межеванию. Эти уроки очень важны для

строительства принципиально новой земельной службы. Очевидно, главенствующую роль в ней должны играть на данном этапе почвоведы, определяющие стратегию использования земель, исходя из разносторонней их оценки и прежде всего экологической. Однако, уже в ближайшее время потребуются особые специалисты по агроландшафтоведению с глубокой эколого-экономической и почвенно-агрономической подготовкой. Подготовку таких специалистов следует организовать на базе факультетов почвоведения классических и аграрных университетов.

Определяя новые задачи землеустроительной науки необходимо в значительной мере переустроить функции землеустройства под задачи проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Особую роль в развитии земледелия призваны сыграть **экологические науки – экология, агроэкология, биоценология**, тем более, что в основу современного земледелия положен ландшафтно-экологический подход в соответствии с биосферной парадигмой природопользования. Биосферный кругозор земледелия будет определяться освоением достижений экологии, а эколого-технологические задачи, экологические нормативы и регламенты земледелия – развивает агроэкология. Эта наука появилась недавно, в России, несмотря на популярность, она пока еще не сложилась, имея в виду главное ее назначение – изучение механизмов функционирования агроэкосистем и на ее основе экологизацию агротехнологических процессов. Пока что агроэкологическая деятельность не направлена на эти задачи, нередко подменяются функции других наук и дисциплин. Существующая ориентация на природоохранные и контрольные функции должна иметь под собой адекватную теоретическую основу.

Перечень междисциплинарных взаимодействий может быть продолжен. Мы их в дальнейшем еще коснемся. Важно понимать сущность прямых и обратных связей. Например, когда В.Р. Вильямс выделял луговое хозяйство из земледелия, то он обозначил эти связи формулой круговорота веществ в системе: луг-ферма-поле.

От степени интегрированности земледелия со смежными науками зависит конечный результат – производство продовольствия и сырья, его качества, затратность, экологическая безопасность. Существуют естественно-научные механизмы интеграции, обусловленные логикой самой науки. С их помощью создаются, в частности, математические модели различных уровней, гипотезы и теории. Но в прикладных науках усиливается роль субъективных факторов вплоть до амбиций ученых, инициатив чиновников и т.п. Поэтому приоритет земледелия как базовой науки, ее интегрирующее значение должны быть в полной мере осознаны научно-агрономической общественностью. Последующим изложением этой книги мы всячески пытались обосновать эту необходимость.

1.2. Становление земледелия как науки

1.2.1. Античный период - эпоха Возрождения

Земледелие как наука уходит своими корнями в античную древность, когда появились первые агрономические правила и рецепты. Среди множества документов древности особое место занимают труды древнегреческих и римских философов и мыслителей - Аристотеля (IV в. до н. э.), Гесиода (VII в. до н. э.), Теофраста (IV-III в. до н. э.), Катона (III-II в. до н. э.), Варрона (II-I в. до н. э.), Плиния старшего, (I в. до н. э.) Колумеллы (I в. н. э.) и других. Заложенные ими основы естествознания и земледелия оказали большое влияние на развитие сельского хозяйства и науки. При всей эмпиричности знаний удивляет, разносторонний комплексный подход к земледелию. Особое место в данном отношении занимает творческое наследие Колумеллы, его трактат «О сельском хозяйстве» (ок. 40 г. н. э.), состоявший из 16 книг, из которых сохранилось 12. В них содержатся рекомендации по выбору земельных участков, обработке почвы, удобрению полей, глинованию песчаных почв, нормам высева семян, срокам посева, уходу за посевами, уборке урожая. Интересны его советы по семеноводству, отбору крупных семян для по-

сева. Колумеллой предложена классификация почв и удобрений. Примечательно, что в философском мышлении этого автора земледелие воспринимается как системная категория. Общие её контуры близки к современной модели земледелия. Говоря современным языком, Колумелла требовал ведения сельского хозяйства на научной основе, предлагал ставить специальные опыты, настаивал на организации сельскохозяйственного образования.

Период средневековья характеризуется застоем в развитии естественных наук. Католическая церковь, отрицавшая науку, изгоняла еретиков, благословляла крестовые походы. Им успешно противостояла арабская экспансия, развивавшаяся на почве магометанства. В половине VIII века арабский халифат превышал по размерам владений прежнюю римскую империю. Овладев, в частности, Пиренейским полуостровом, арабы способствовали развитию земледелия, ввели культуру хлопчатника, шелководства и создали центр арабского просвещения с крупными университетами в Кордове и Гренаде. Заняв часть бывших греческих областей, арабы приблизились к наследию античной культуры, появились переводы на арабский язык Аристотеля, Гиппократов, Эвклида, что способствовало сохранению этого наследия. Центром арабского просвещения был Багдад. Тогда же появляется утверждение, что «не только кровь мученика, но и чернила ученого заслуживают уважения»; или «кто едет в путь ради науки, тому аллах облегчит дорогу в рай». Из арабских ученых наибольшей известностью пользовались Авиценна (980-1037) и Аверроэс (1126-1198). Они подвергались религиозным гонениям за материалистические представления, чуждые духовенству. Примечательно, что противоречие науки и религии нередко порождало философов в среде монастырей и монашества. С одной стороны они были центрами реакционных настроений, с другой стороны только монахи были грамотными людьми, которые могли читать Аристотеля и других античных классиков, и в некоторых из них пробуждалась самостоятельная мысль. Они начинали критически относиться к догмам церкви, и тогда уже их обвиняли еретиками.

В разных странах, однако, развивались разные течения. В то время как в Испании свирепствовала инквизиция, во Флоренции, тогда независимой от Рима, начинался расцвет науки и культуры.

Определенный урон религиозным догмам нанесло открытие Америки, сделавшее известным для широких масс представление о том, что Земля круглая. Оно сопровождалось появлением в земледельческой культуре Европы картофеля и кукурузы. Вслед за открытием Америки (1492) последовал ряд дальнейших событий, сделавших следующее столетие эпохой перелома в воззрениях на устройство мира, приведших к окончательному крушению господства католической церкви и торжеству науки и культуры (Леонардо да Винчи, Коперник, Магеллан, Лютер, Томас Мор и др.). В области земледелия нельзя не отметить «Новую систему земледелия» Торелло (1557), рекомендовавшего для поддержания плодородия почвы посев клевера на полях, работы Голло (1550) по применению известкования почвы. Следует особо вспомнить сочинения Бернара Палисси (1563), высказавшего взгляд на почву как на источник минеральных веществ, необходимых для растений. Верность этого положения была доказана экспериментально 300 лет спустя.

Наука эпохи Возрождения не стала продолжением античной, хотя взяла на вооружение от последней многое. Она выросла к XVII в. из средневекового богословия. Первые европейские университеты нередко отпочковывались от монастырей. О церковном происхождении университетов напоминают традиционные мантии профессоров (Иванов А. Л. и др., 2008). В становлении земледелия как науки важную роль играло развитие естественных и точных наук.

1.2.2. Технологическая революция в земледелии XVIII века

Это событие, связанное с введением плодосмена и появлением минеральных удобрений обусловлено не результатами научных опытов, а практической деятельностью самих земледельцев и землевладельцев. С ростом

населения господствовавшая в Западной Европе паровая система земледелия (пар-озимь-ярь), не удовлетворявшая возросших потребностей сельскохозяйственной продукции, уступила место так называемому норфолькскому севообороту, включавшему яровую и озимую зерновые культуры, корнеплоды и клевер в чистом виде или в смеси со злаковыми травами.

Плодосменная система земледелия, появившаяся в Англии в конце XVII века, способствовала значительному повышению продуктивности земель, восстановлению почвенного плодородия, обеспечению скота кормами, укрупнению сельскохозяйственных угодий и расширению пастбищ. В Германии этот процесс произошел позднее. Дальнейшее совершенствование плодосменной системы связано с научной деятельностью Ротамстедской опытной станции. В частности, научными опытами было обосновано использование сахарной свеклы взамен или наряду с брюквой, турнепсом и мангольдом. Свекла дает столько же корма для животных в качестве побочного продукта, как и эти культуры.

В России конца XVIII века происходит расширение земледелия за счет расчистки лесов. На освоенных землях наблюдается отход от традиционного трехполья в виде посевов тимopheевки, репы и других растений на паровых полях. Старое трехполье совершенствуется путем интенсификации обработки почвы, путем двоения и троения (повторения вспашки два или три раза). Усиливается применение удобрений, в основном навоза и золы. В отдельных помещичьих усадьбах начинают применять торф, прудовый ил, известь и мергель.

Тем не менее паровая система в России продолжает господствовать, и в конце XVIII века становится очевидным разрыв в производительности русского и западного земледелия. Основная причина усиливающегося разрыва – крепостное право, законсервировавшее примитивные системы земледелия.

В то же время в России отмечается развитие научной агрономической мысли. В значительной мере взгляды русских агрономических деятелей

складывались под влиянием западноевропейского опыта. Этот опыт переосмысливался с учетом местных природных условий. При этом немало было оригинальных идей и конкретных отечественных достижений в аграрной науке.

Значительную роль в ее организации сыграл М.В. Ломоносов (1711-1765). Своим трудом «О слоях земных (1763)» он положил начало развитию почвоведения в России. Анализируя зарубежный опыт земледелия, М.В. Ломоносов в то же время решительно восставал против механического его переноса в условия России. По его инициативе в 1765 году было основано Вольное экономическое общество (ВЭО), сыгравшее важную роль в развитии отечественного земледелия. Этому способствовали «Труды Вольного экономического общества к поощрению в России земледелия и домостроительства» и другие его издания. В них активное участие принимали основоположники учения о системах земледелия в России А.Т. Болотов (1738-1833), И.М. Комов (1750-1792), В.А. Левшин (1746-1826).

В сочинении «Наказ для управителя», удостоенным большой золотой медали ВЭО 1770 году, А.Т. Болотов впервые приводит в систему практиковавшиеся приемы земледелия и показывает важность их сочетания. В его работах содержатся первые указания на необходимость зонального ведения земледелия. Особое внимание им уделялось соблюдению должной пропорции между земледелием и животноводством. Для этого он предлагает отводить специальные площади для пастбищ, разделив их на части так, чтобы в каждом загоне скот находился не более трех дней.

В работах «Примечание о хлебопашестве вообще», «О разделении полей» (1775), «Об удобрении полей» (1770) и многих других А.Т. Болотов определяет задачи по совершенствованию существующей паровой системы земледелия и освоению новой, более совершенной выгонной системы земледелия, то есть переход от трехполья к севооборотам типа: 1 – озимые (пшеница, рожь), 2 – выгон, 3 – яровые лучшие, 4 – выгон, 5 – яровые худшие, 6 – выгон, 7 – пар или 1 – озимые, 2, 3 – яровые, 4,6 – выгон, 7 –

пар. Таким образом возрастает количество корма, скота и навоза, а выход зерна увеличивается за счет повышения плодородия почвы и совершенствования агротехники. Для оценки паровой и выгонной систем земледелия А.Т. Болотов применил метод сравнительного анализа, названный им «балансы». В своем «Наказе» А.Т. Болотов впервые в мировой практике предложил вести историю полей.

Примечательно, что А.Т. Болотов первый высказал догадку о значении минеральных веществ в питании растений, надолго опередив основоположника теории минерального питания растений Либиха.

В отличие от А.Т. Болотова, стоявшего на позициях улучшения паровой системы, И.М. Комов выступает за активный переход к более интенсивной плодосменной системе земледелия под девизом «лучше с мала получить много, чем с многого мало». Им были предложены примерные схемы севооборотов для районов более интенсивного земледелия, «где земли мало, а людей много» (1 – озимые, 2 – яровые, 3 – пропашные, 4 – яровые с травами, 5 – травы, 6 – яровые), и для районов менее интенсивного земледелия, где «земля плохая или ее много, а земледельцев мало» (1 – яровые с травами, 2 – травы, 3 – озимые, 4 – пропашные, 5 – яровые с травами, 6 – травы).

Развивая научные основы севооборотов, И.М. Комов рекомендовал принимать конкретные решения на основе полевых опытов. В капитальном труде «О земледелии» (1788) И.М. Комов уделяет особое внимание почвенному плодородию, характеризует различные почвы и их свойства, особенно физические, и определяет роль обработки почвы, навозного удобрения и плодосменных севооборотов в регулировании плодородия почв. Его книга «О земледельческих орудиях» (1785) явилась первым в России печатным руководством по сельскохозяйственным машинам и орудиям.

В трудах А.Т. Болотова и И.М. Комова земледелие просматривается как наука, интегрирующая различные области знания. По выражению И.М. Комова **«земледелие с высокими науками тесный союз имеет»**.

Научно агрономическое наследие этих корифеев дополняют труды еще одного замечательного члена Вольного экономического общества В.А. Левшина (1746 – 1826). Невольно вспоминается строка из «Евгения Онегина» А.С. Пушкина: «Вы школы Левшина птенцы». Он заложил основу учения о травосеянии в России. Известны также его заслуги в создании улучшенной паровой системы земледелия. Им предложен для южных регионов России севооборот: 1 – озимые, 2 – яровые, 3 – травы первого года пользования, 4 – травы второго года пользования.

К этому времени наряду с развитием агрономической теории появился практический опыт освоения плодосменных севооборотов благодаря усилиям просвещенных практиков – землевладельцев, таких как Д.М. Полторацкий, И.И. Самарин и многие другие.

Таким образом, к концу 18 века в России были заложены основы учения о системах земледелия, опередившие агрономическую науку Запада. В самом деле, труды И.М. Комова «О земледелии» и А.Т. Болотова «О разделении полей» вышли соответственно на 21 год и 37 лет раньше, чем первый том «Основ рационального земледелия» А.Д. Тэера (1809), считающегося основателем учения о системах земледелия.

1.2.3. Начало опытного земледелия

С начала 19 века начинается период, когда в результате смены общественных формаций и скачкообразного развития научно-технического прогресса происходит интенсификация земледелия, и наука в этом процессе играет определяющую роль.

Важной вехой в развитии земледелия и почвоведения является творческая деятельность Тэера (1752-1828), отличавшаяся необычной разносторонностью. Начало ее связано с пропагандой и совершенствованием плодосменных севооборотов на основе экспериментов в собственном хозяйстве, результаты которых он изложил в книге «Введение к изучению английских хозяйств» (1798), сделавшей его чрезвычайно популярным в Германии. После-

дующие его работы и лекции были сведены в несколько томов его главного труда «Основы рационального земледелия», по которым учились целые поколения агрономов не только в Германии, но и в других странах, в том числе и в России. Тэер высоко ценил значения науки и ясно сознавал преимущества опыта над наблюдением. Он отмечал, «что опыт есть вопрос, предлагаемый природе, если вопрос сделан надлежащим образом, то природа непременно будет отвечать на него: да или нет».

Тэеру принадлежит первое научное определение почвы, в котором ключевым является термин гумус, введенный им же. Им была предложена классификация почв, которая оставила далеко позади подобные построения английских ученых. Она имела количественные критерии и агрономическую направленность. Введенные им категории почв по гранулометрическому составу (песок, средний суглинок, тяжелый суглинок и т.д.) сохранились по сей день.

Более всего Тэер известен как автор гумусовой теории питания растений. На этой теории строилось учение об истощении и обогащении почв, причем растения делились на обогащающие почву и истощающие. Соответственно при построении севооборотов те и другие должны чередоваться в должном соотношении.

В отношении питания растений гумусовая теория была ошибочной, но оказала влияние на развитие химии гумуса и в целом знаний о почве. Она просуществовала до 1840 года, когда появилось учение знаменитого немецкого химика Ю. Либиха (1803-1873). В этом году была издана его книга «Химия в приложении к земледелию и физиологии растений». Прекрасный полемист Либих высмеял Тэера и его последователей, которые полагали, что растения берут углерод из почвы, и показал, что растения потребляют из нее минеральные элементы питания. Этому способствует непрерывно идущий процесс выветривания и кислые выделения корней. Азот поглощается растениями в форме аммиака, который берется из почвы, удобрений или из воздуха. Далее, развивая представления о том, что «урожаи полевых культур по-

нижаются или повышаются в точной пропорции к уменьшению или увеличению количества минеральных веществ, вносимых в почву с удобрениями», Либих формирует «закон минимума» и «полного возврата». Это учение определило качественный скачок в развитии как теории, так и практики земледелия, дало толчок развитию промышленности минеральных удобрений.

Либих не признавал плодосмена и клеверного фона, отрицал значение органического удобрения. В эти противоречия внесли ясность французский химик Ж.Б. Буссенго (1802 – 1887) и англичанин Дж. Б. Лооз. Буссенго подтвердил характеристику, данную А. Тэером клеверу и люцерне как растениям, обогащающим почву, но показал, что речь идет именно об азоте, чего не подозревал Тэер.

В России накануне открытия Либиха питанием растений активно занимался М.Г. Павлов (1793 – 1840), трактуя его с позиций Тэера в оригинальном изложении как «поступление черноземной слизи через корень». В завершающем своем труде «Курс сельского хозяйства» (1837) М.Г. Павлов в значительной мере приблизился к теории минерального питания растений. В книге «Земледельческая химия» (1825) Павлов особо подчеркивал взаимосвязь почвы, растения, удобрения и видел эту взаимосвязь в системе земледелия, считал недопустимой монокультуру, пропагандировал гибкое отношение к выбору систем земледелия в зависимости от природных и социально-экономических условий. Все системы земледелия М.Г. Павлов разделил на три главных класса: полевая (паровая), выгонная, плодопеременная. При этом он считал, что трехпольная паровая система земледелия истощает плодородие почвы, выгонная поддерживает, а плодопеременная повышает. Главным критерием оценки систем земледелия Павлов считал наивысшую прибыль. Его активная педагогическая деятельность, по словам А.В. Чаянова, положила начало Русской агрономической школе. Им была организована первая отечественная Земледельческая школа для подготовки агрономов. На опытных полях школы изучались различные системы земледелия. Пятилетний труд М.Г. Павлова «Курс сельского хозяйства» долгое время служил ка-

питательным руководством, по которому учились многие поколения агрономов в России.

После М.Г. Павлова кафедру сельского хозяйства Московского университета возглавил Я.А. Линовский. В книге «Критический обзор мнений ученых об условиях плодородия земли с применением общего вывода к земледелию» (1846) он остро выступил против эйфории, возникшей по поводу применения удобрений, которую возбуждал Либих и его чрезмерно увлеченные последователи. Как замечает автор книги, «Либих перешел к последней крайности и стал утверждать что земля и навозы вовсе не содействуют к умножению материи, находящейся в растениях». Критикуя одностороннее увлечение «химией», Я.А. Линовский показывает многофакторность плодородия почвы, значение почвенной физики и биологии, в чем впоследствии убедился и сам Либих. В данном отношении весьма своевременным оказались работы А.П. Людоговского (1840 – 1882), определившего по сути принципы построения систем удобрения в зависимости от почвенно-климатических условий и культур. История земледелия, отмечает А.П. Людоговский, знает четыре способа восстановления плодородия почвы: залежь, паровая обработка поля, полевое травосеяние, удобрение навозом и искусственными туками. Так же как и его предшественники, Людоговский видел решение этих задач в системах земледелия в тесной связи с животноводством. Он классифицировал системы земледелия по степени интенсивности, способу восстановления плодородия почв, положению продуктивного скотоводства в хозяйстве и распределению всей земли хозяйства между кормовыми и зерновыми культурами. Взвешивая агрономический, естественно-исторический и экономический факторы развития систем земледелия, он, как и Павлов, считал определяющим фактором экономический.

Людоговский был инициатором, а Д. И. Менделеев организатором географической сети комплексных опытов с удобрениями и соответствующих агрохимических исследований.

1.2.4. Дифференциация агрономической науки

Бурное развитие науки и техники во второй половине 19 века послужило мощным стимулом развития агрономической науки. Это период расцвета теоретической мысли и углубления исследований, когда начинают действовать законы науки в строгом смысле этой категории. Теперь носители энциклопедических знаний уступают место более целенаправленным профессионалам от науки, сама наука разветвляется на различные направления. Этот процесс естественно и благополучно протекает во всех науках. В отношении земледелия эта оценка неоднозначна. Отделение от земледелия самостоятельных дисциплин имело как положительное, так и отрицательное значение. Например, самоопределение агрохимии и отрыв ее от земледелия имели серьезные издержки, что уже было видно на примере истории с Либихом и будет показано на более поздних примерах. Земледелие - системная категория, и все составляющие ее элементы (регулирование почвенных условий, удобрение, травосеяние, подготовка семян и т.д.) должны интегрироваться в систему независимо от того, будут ли они разрабатываться в самостоятельных науках (соответственно: почвоведение, агрохимия, луговое хозяйство, семеноводство и т. д.) или в виде разделов одной науки земледелия.

До начала 20 века элементы земледелия интегрировались в те или иные модели выдающимися личностями от античных мыслителей до университетских ученых. Эти модели получили глубокий анализ, обобщение и развитие в работах А.В. Советова (1826-1901), А.Н. Энгельгардта (1832-1893) и И.А. Стебута (1833-1923). А.В. Советов - первый в России агроном, удостоенный степени доктора наук. Она была присуждена ему за монографию «О системах земледелия», изданную в 1867 году. Он определили систему земледелия как «форму, в которой выражается тот или иной способ земледелия». Обобщив более полувековой опыт применения плодосменной системы в различных странах, А.В. Советов показал эволюцию плодосмена в зависимости

от природных и социально-экономических условий. Он утверждал, что любая система земледелия возникает при определенных земельных отношениях и отражает степень развития общества. Заведая кафедрой сельского хозяйства в Петербургском университете, он превратил агрономию из необязательного курса в полноправную университетскую дисциплину.

Социально-экономическим аспектам развития земледелия уделял внимание А.М. Энгельгардт (1832-1893). Так же как и А.П. Людоговский, он рассматривал систему земледелия как часть системы сельского хозяйства. На практическом опыте, отраженном в знаменитых 12 письмах «Из деревни», А.Н. Энгельгардт показал тесную связь между звеньями земледелия и отраслями хозяйства. Изменение одного звена системы земледелия ведет к изменению других и неизбежно к изменению экономики, в частности при паровой системе направление хозяйства может быть только зерновым, при выгонной – молочно-животноводческим и льноводческим. А.Н. Энгельгардт различал экстенсивную и интенсивную системы земледелия. Первоначально в своих хозяйствах он практиковал севооборот: 1) лен, 2) пар, 3) рожь, 4) яровые, 5) пар, 6) рожь, 7) яровые, 8) пар, 9) рожь, 10-12) травы (клевер с тимофеевкой) на укос, 13-15) травы на выпас. Затем он перешел к более интенсивным севооборотам: 1) пар, 2) рожь, 3-5) травы, 6) лен.

С именем Энгельгардта связана организация сельскохозяйственного опытного дела в Нечерноземной полосе России. Собственными исследованиями он доказал высокую эффективность использования фосфоритной муки для удобрения и окультуривания бедных северных почв.

В ряду перечисленных основателей земледелия в России особо выделяется И.А. Стебут (1833-1923). Рассмотренные выше проблемы в его трудах приобрели строго научное звучание. По его выражению, «главное условие всякого изучения – основательность, ибо полужнание вреднее незнания». И.А. Стебут развил и конкретизировал понятие «системы хозяйства», под которой понимал определенное сочетание отраслей, участвующих в образовании дохода хозяйства. Система хозяйства характеризуется производственным

направлением, его рыночным продуктом. По этому критерию он выделял три главные системы хозяйства: полеводческую (рыночный продукт – зерно), скотоводческую (продукты животноводства), заводскую (переработка земледельческих продуктов). Система полеводства получает свое выражение в правильном севообороте, который «служит выражением верно намеченного для местных условий плана полевого хозяйства». Содержание севооборотов определяется природными и экономическими условиями. И.А. Стебут разработал первую классификацию полевых растений, показал значение подбора сельскохозяйственных культур в различных условиях, организовал изучение приемов возделывания сельскохозяйственных культур в зональном аспекте. Два тома его книги «Основы полевой культуры и мер к ее улучшению в России» (1882) были долгое время настольными книгами российских агрономов.

Существенный вклад в развитие учения о системах сельского хозяйства и системах земледелия как базовой их составляющей внес А.С. Ермолов (1846-1916). Рассматривая систему земледелия как способ использования земли, он акцентировал внимание на оптимизации соотношения между различными сельскохозяйственными угодьями. Он подчеркивал, что севооборот выражает не только чередование культур, но и производственное направление хозяйства. Развивая эти позиции в книге «Организация полевого хозяйства» (1901), А.С. Ермолов утверждал, что максимальная прибыль во все времена и у всех народов - основа рационального хозяйства.

Таким образом, в течение 19 века земледелие как базовая наука в системе сельскохозяйственных наук существенно углубилась, обрела емкое содержание, аккумулируя достижения развивающихся естественных наук.

1.2.5. Развитие представлений о ландшафтной дифференциации земледелия

К середине 19 века земледелием были охвачены большие территории, развивались массовые земледельческие экспансии. Следствием распашки земель на больших территориях со сведением лесной и степной растительности

становилось обсыхание территории в результате усиления поверхностного стока и уменьшения грунтового, разрушение почвенной структуры эрозия, заиливание рек и т. д., т. е. деградация почв и ландшафтов. Последствия подобной экспансии на юге России описал в своей книге «Наши степи прежде и теперь» В.В. Докучаев (1892). В качестве мер по «оздоровлению» земледелия и, соответственно, задач организованной им Особой экспедиции В.В. Докучаев определил следующие:

- регулирование мелких речек и верховьев больших несудоходных рек;
- регулирование оврагов и балок;
- регулирование водного хозяйства в открытых степях, на водораздельных пространствах;
- выработка норм, определяющих относительные площади пашни, лугов, леса и вод;
- окончательное определение приемов обработки почвы, наиболее благоприятных для наилучшего использования влаги и большое приспособление сортов культурных растений к местным как почвенным, так и климатическим условиям.

При этом В.В. Докучаев уделял особое внимание комплексному изучению условий, определяющих дифференциацию земледелия. Он подчеркивал, что «при осуществлении перечисленных мероприятий необходимо провести возможно более подробное исследование местных условий: геологических, почвенных, климатических, орогидрографических... необходимо, чтобы все естественные факторы были исследованы, по возможности, всесторонне и непременно во взаимной их связи», поскольку «факторы, лежащие в основе сельского хозяйства, до такой степени связаны между собой..., что как при изучении ... так и, особенно, при овладении ими безусловно необходимо иметь ввиду, по возможности, цельную и неделимую природу, а не отдельные её части. Иначе мы никогда не сможем управлять ими».

Данный подход был реализован в Каменной степи в Воронежской губернии. Результаты исследований были опубликованы в 18 выпусках трудов

Особой экспедиции. Выступая за разработку зональной агрономии, В. В. Докучаев предостерегал против слепого копирования зарубежного опыта.

Эти работы В.В. Докучаева спустя многие годы послужили основой для разработки систем земледелия на ландшафтной основе.

Примечательно, что В.В. Докучаев, создавший фундаментальное учение о почве и заложивший по сути экологический подход к ее восприятию и использованию, подвергался критике П.А. Костычева и К.А. Тимирязева за недостаточное внимание к растению и агрономии. Как ни странно, некоторые современные авторы, в том числе учебников по земледелию, повторяют эту «критику» вслед за классиками. На самом деле ее следует воспринимать как издержки полемики темпераментных гениев. Важно другое в этой истории, а именно то, что влияние почвоведения на земледельческую науку как бы уравнивалось достижениями физиологии растений. В данном отношении весьма велик вклад К.А. Тимирязева (1843-1920) и его достижений в области фотосинтеза, в особенности знаменитого труда «Солнце, жизнь и хлорофилл». Его работы способствовали развитию представлений о потенциальных возможностях повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в земледелии. Наряду с научно-экспериментальной деятельностью в области физиологии растений К.А. Тимирязев был озабочен проблемами земледелия. Он уделял внимание задачам преодоления засухи, удобрения сельскохозяйственных культур. В методологическом отношении важную роль сыграло стремление К.А. Тимирязева отстоять растение, как центральный предмет земледелия, главное системообразующее начало. Отсюда произошла весьма плодотворная историческая дискуссия о том, «что кормить»: растение или почву, к которой мы ещё вернемся.

1.3. Земледелие в первой половине XX века

1.3.1. Социально-экономические условия

Данный период характеризуется исключительно сложной социально-экономической и политической обстановкой, наложившей отпечаток как на практическое земледелие, так и земледельческую науку. Это были годы потрясений, связанных с политическими революциями, войнами, аграрными реформами.

Столетие началось сильнейшим аграрным кризисом, который усугубился неблагоприятными погодными условиями и частым неурожаем. Важнейшим условием выхода из кризиса было окончательное освобождение крестьянства. На начало столетия приходится аграрная реформа П.А. Столыпина (1906). Суть ее заключалась в том, чтобы дать крестьянам возможность выхода из общины и организации хуторских (или отрубных) хозяйств. Реформа благоприятно сказалась на развитии сельского хозяйства, хотя социально-экономическое положение крестьян оставалось тяжелым. К началу первой мировой войны Россия занимала второе место в мире по торговле хлебом, имела надежный и хорошо обеспеченный рубль.

Первая мировая, последующая гражданская войны, коллективизация оказали пагубное влияние на сельскохозяйственное производство. За годы «военного коммунизма» резко упало поголовье скота, валовые сборы зерна снизились с 86 млн. т. в 1913 г. до 50 млн. т. в 1921 г. После отмены продразверстки в 1921 году и перехода к новой экономической политике сельское хозяйство России к 1925 году по многим показателям вышло на довоенный уровень. Тем не менее проблема обеспечения страны продовольствием стояла очень остро.

П.П. Масловым, Н.Д. Кондратьевым и А.В. Чаяновым в 1927 году была разработана программа развития сельского хозяйства на основе объединенных в кооперативы индивидуальных крестьянских хозяйств. Однако в 1928 году был взят курс на коллективизацию сельского хозяйства, которая завершилась к середине 1930-х гг. Она не привела к интенсификации земледелия. Урожайность зерновых культур не превысила уровня 1913 г (0,8 т/га). Вместе

с тем произошло отчуждение крестьян от земли, средств производства и превращение их в наемных рабочих.

Катастрофический урон людским ресурсам и материально-технической базе сельского хозяйства нанесла вторая мировая война. Валовой сбор зерна в годы войны (1941-1945 гг.) упал до 46 млн. т. при урожайности 0,6 т/га.

1.3.2. Достижения земледельческой науки в первой половине XX века

В 20-30 гг. XX века Правительством страны были приняты меры по созданию сети научно-исследовательских институтов по сельскому хозяйству, опытных станций и других учреждений во главе со Всесоюзной академией сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина, организованной в 1929 году. Она стала центром формирования агрономической науки в стране. Первым президентом ВАСХНИЛ был избран Н.И. Вавилов.

Начало XX века было весьма плодотворным в развитии теории земледелия и смежных наук, в том числе экономики. Важной предпосылкой для прогресса сельскохозяйственной науки в целом были пионерские исследования русских экономистов Н.Д. Кондратьева (1892-1938) по циклам экономического развития, Н.П. Макарова (1887-1980), А.В. Чаянова (1888–1937) и А.И. Чупрова (1842-1908) по теории крестьянского хозяйства, кооперации.

Теоретическое земледелие в это время пополняется рядом крупных достижений, среди которых особо выделяются работы Д.Н. Прянишникова (1865-1948) и В.Р. Вильямса (1863-1939).

Развивая уже сложившиеся представления о земледелии как системе, Д.Н. Прянишников особо подчеркивал значение севооборотов и необходимость их дифференциации в зависимости от природных и экономических условий. Он акцентировал внимание на четырехпольных паропропашных и особенно плодосменных севооборотах, представляющих чередование трех основных типов культур: зерновых, пропашных и кормовых трав, главным

образом, бобовых как азотфиксаторов. Д.Н. Прянишников считал плодосменные севообороты радикальным способом быстрого и одновременного подъема зернового хозяйства и производства технических культур. Он писал: «Если к четырехпольному севообороту прибавить поле клевера, то урожайность зерновых по сравнению с трехпольным севооборотом удваивается, а с применением минеральных удобрений на фоне клевера – учетверяется».

Воспринимая земледелие как целостную категорию, Д.Н. Прянишников углублялся в различные его аспекты, достраивая недостающие звенья. Он основательно повлиял на развитие теории питания растений, управления плодородием почв. Большое место в исследованиях Д.Н. Прянишникова занимала проблема азота в земледелии и питании растений. Им экспериментально было показано, что аммонийный азот непосредственно используется растениями. Д.Н. Прянишников предложил применять в качестве азотного удобрения аммиачную селитру, называя ее удобрением будущего. Он был организатором географической сети опытов с удобрениями, отдавая приоритет постановке длительных стационарных опытов. Результаты исследования по азотному питанию растений и применению азотных удобрений Д.Н. Прянишников обобщил в книге «Азот в жизни растений и в земледелии СССР» (1945). Большое значение имели его работы по применению калийных и фосфорных удобрений, изучению доступности растениям фосфора из фосфоритной муки, применению органических удобрений. Д.Н. Прянишникова по праву называют основателем агрохимии как науки. Неоднократно издавался его учебник «Агрохимия». При всем этом его творчество неотрывно от земледелия. Агрохимию он трактовал как науку о регулировании круговорота веществ в агроценозах. Замечательно то, что названный учебник явился как дополнение к курсу «Частного земледелия», который он читал в Тимирязевской академии. Примечательно и то, что курс «Общего земледелия» в той же академии читал его коллега, сподвижник, оппонент В. Р. Вильямс (1863-1939). С ним связаны весьма яркие страницы в истории земледелия.

Разделяя учение В.В. Докучаева о почве как естественно-историческом теле, В.Р. Вильямс акцентировал внимание на агрономических аспектах почвоведения. "Всю систему изучения почвы как природного тела и его существенного признака - плодородия, продукта человеческого труда мы подчинили решению практически важнейшей производственной задачи"... "выявлению условий непрерывного и беспредельного повышения урожаев сельскохозяйственных культур". Так определил он свою главную задачу при изучении почвы в предисловии к четвертому изданию учебника "Почвоведение" ("Земледелие с основами почвоведения").

В.Р. Вильямс читал курс почвоведения и земледелия в непрерывной связи и видел в почвоведении основу теоретического земледелия.

Развивая биологическую концепцию почвообразования, В.Р. Вильямс дал определение сущности почвообразовательного процесса как совокупности процессов создания и разрушения органического вещества. С точки зрения почвоведения жизнь есть непрерывная смена "процессов создания и разрушения органического вещества" - писал Вильямс и далее "...почвообразование представляет один из следов этого непрерывного процесса эволюции жизни на земной поверхности. Это один общий грандиозный по масштабам и продолжительности процесс" - подчеркивал он.

Именно в этом прежде всего заключается плодотворность концепции В.Р. Вильямса о едином почвообразовательном процессе. Эти идеи Вильямса весьма созвучны теории биосферы В.В. Вернадского. Они вместе с работами В.В. Вернадского и Б.Б. Полынова явились той плодотворной основой, на которой развернулись обширные исследования по изучению конкретных форм биологического круговорота в цикле почва - растение - почва

Признание особой роли биологического фактора в формировании почв определило исключительный интерес В.Р. Вильямса к проблеме органического вещества почвы. Он выразился в глубоком понимании разносторонней роли органического вещества в почвообразовании и развитии плодородия

почвы и в организованных многолетних экспериментальных работах по данной проблеме.

Исследования плодородия почвы составили один из центральных разделов творчества В.Р. Вильямса. Плодородие почвы он считал ее важнейшим специфическим свойством

Определяя задачи повышения плодородия в практической земледелии, В.Р. Вильямс выдвинул на первый план создание водопроходной структуры почвы. Такая структура способствует благоприятному сочетанию водного и воздушного режимов, получению высоких урожаев, предотвращению эрозии почвы. При В.Р. Вильямсе появился афоризм: культурная почва - структурная почва. Путь создания такой структуры, по В.Р. Вильямсу, - посев многолетних трав и другие мероприятия, способствующие структурообразованию (культурная вспашка и др.). На этой основе В.Р. Вильямсом была предложена травопольная система земледелия, представляющая собой комплекс взаимосвязанных звеньев: правильную организацию территории; введение ролевых и кормовых севооборотов с многолетними травами; применение научно обоснованной системы обработки почвы, применение удобрений и др.

Травопольная система земледелия имеет определенное значение в таежно-лесной зоне и малоэффективна в засушливых условиях, где травы как предшественники иссушают почву и не дают высоких урожаев. В.Р. Вильямс однако не делал этих исключений в своих рекомендациях и, благодаря его авторитету, травопольная система навязывалась повсеместно по всей стране. При жизни В.Р. Вильямса ему возражали Н.М. Тулайков, досконально раскритиковавший позиции В.Р. Вильямса, Д.Н. Прянишников, А.Г. Дояренко и другие ученые. Поэтому он возмущался, что учение о травопольной системе, "исторически необходимой для социалистического сельского хозяйства", встречало "нагло неприкрытое и извращенно замаскированное противодействие со стороны так называемых антитравопольщиков. Под прикрытием лженаучных выражений "минеральных агрохимиков" в поход против травопольной системы земледелия двинулись "враги народа".

Повсеместное директивное применение травопольной системы, часто фиктивное, состоялось после его смерти, когда травопольная система земледелия была объявлена составной частью сталинского плана преобразования природы.

Прямой ущерб от навязывания травополья не так велик, по крайней мере, он несоизмерим с тем уроном, который понесла страна в результате искусственно задержанной интенсификации земледелия, ибо травополье по инициативе В.Р. Вильямса рассматривалось как альтернатива созданию промышленности удобрений, которое он считал "омертвлением миллиардов".

В противоречивом наследии В.Р. Вильямса определенного внимания заслуживает сюжет "почва-растение". В ранние годы своего творчества В.Р. Вильямс вслед за К.А. Тимирязевым призывал полнее учитывать требования растений и не "фетишизировать системы земледелия", упрекая почвоведов за "отрыв от растения". В дальнейшем, однако, из принятого определения системы земледелия растение выпало (в отличие от определений А.С. Ермолова и Д.Н. Прянишникова). По В.Р. Вильямсу "система земледелия - это комплекс агротехнических мероприятий, направленных на восстановление, поддержание и повышение плодородия почвы". Таким образом, было утрачено растение как системообразующее начало. На его месте утвердилось плодородие почвы (водопрочная структура при Вильямсе, содержание гумуса после него) безотносительно к потребностям различных сельскохозяйственных культур.

Данная позиция В.Р. Вильямса созвучна позиции «земледелания» в известных концепциях биодинамического, органического и других форм альтернативного земледелия.

В созвездии ученых, определявших развитие теории земледелия в первой половине 20 века, немаловажное место наряду с Д.Н. Прянишниковым и В.Р. Вильямсом принадлежит Н.М. Тулайкову. Основная его деятельность связана с земледелием Юго-Востока. В центре его научной деятельности были борьба с засухой, подбор сельскохозяйственных культур, разработка при-

емов их возделывания, минимизация обработки почвы. Он уделял большое внимание расширению набора полевых культур и освоению севооборотов с короткой ротацией. Эти работы как бы корректировали идеи и представления, идущие из традиционных более северных и западных центров земледелия, и способствовали его дифференциации.

Особое значение имеет блестящий труд Н.М. Тулайкова «Рецензия на книгу В.Р. Вильямса «Почвоведение, общее земледелие с основами почвоведения», которая представляет собой образец честной и принципиальной научной критики. Эта книга не была опубликована при жизни автора, подвергнувшись репрессиям. Она увидела свет только в 1963 г. и сохраняет, помимо исторического, важное научное значение и поучительность.

Основные возражения Н.М. Тулайкова против травопольной системы и ее теоретического обоснования были направлены против ее умозрительности, отсутствия экспериментальных данных, на которые должны были бы опираться главные положения этого учения. Это относится и к ряду других положений В.Р. Вильямса, подвергнутых детальному анализу. В противоположность В.Р. Вильямсу, Н.М. Тулайков никогда не догматизировал отдельные агрономические положения, а наоборот, требовал самым категоричным образом отказаться от каких-то универсальных приемов и применять их с полным учетом местных особенностей.

Важным событием первой половины 20-го века явилась биохимическая концепция почвообразования В.И. Вернадского (1863-1945 гг.). Если Докучаев обосновал представление о почве как особом естественно-историческом теле природы, то Вернадский ввел понятие о почвенном покрове Земли как важной части ее биосферы— педосфере, которая характеризуется особенно высокой плотностью жизни и наивысшей геохимической энергией живого вещества. Своими идеями и работами Вернадский поднял почвоведение до уровня одной из самых важных экологических наук биосферного класса.

В представлениях В. И. Вернадского планета Земля, ее эволюция и будущее определяются взаимоотношением с Космосом (прежде всего Солнцем)

и деятельностью живого вещества.

К 1930-м годам относится становление микробиологии почв как самостоятельного раздела почвоведения. Оно связано с именами С.А. Ваксмана (США), С.А. Севергина, В.Л. Омелянского, Н.Г. Холодного, С.П. Костычева, Д.М. Новогрудского, Н.Н. Худякова и др.

Во множестве разносторонних достижений этого времени нельзя не отметить исследования А.Г. Дояренко (1874-1958) о факторах жизни растений и их взаимосвязях, использовании растениями солнечной энергии, об агрофизической оптимизации пахотного слоя, в особенности соотношения капиллярной и некапиллярной скважности. Он оказал большое влияние на совершенствование методики проведения полевых опытов, положил начало планомерной организации опытного дела.

Большое значение в развитии агрономических наук в эти годы имели достижения генетики и селекции растений. К началу 30-х годов русская генетическая школа во главе с Н.Н. Вавиловым (1863—1928) получила мировое признание. Из его энциклопедического наследия особое значение имели работы по происхождению культурных растений, локализации мировых растительных ресурсов, иммунитету растений к инфекционным заболеваниям, генетике и селекции. Изданная в 1926 году его книга «Центры происхождения культурных растений» стала крупным событием международной научной жизни. Разработка этой проблемы имела не только теоретическое, но и практическое значение, поскольку способствовала овладению исходным сортовым материалом. Выводы Н.И. Вавилова об иммунитете послужили теоретической основой выведения устойчивых сортов. Н.И. Вавилов стремился устранить отрыв генетики от селекции, чему была посвящена его книга «Научные основы селекции пшеницы» (1935).

Многолетние исследования по систематике растений позволили Н.И. Вавилову сформулировать закон гомологических рядов и наследственной изменчивости, суть которого заключается в том, что генетически близкие виды характеризуются сходными и параллельными рядами наследственной из-

менчивости. Опираясь на эту закономерность, легче ориентироваться в исходном материале для селекции. Созданная Н.И. Вавиловым коллекция мировых растительных ресурсов поддерживается и пополняется во Всероссийском институте растениеводства. Его творческое наследие продолжается научными школами.

1.3.3. Идеологизация науки, псевдонаучное мифотворчество

В условиях командно-административной системы наибольший урон понесла сельскохозяйственная наука. Негативное воздействие имели чрезмерная идеологизация и политизация научной жизни, что приводило к догматизму, препятствовало свободному развитию научной мысли. Это проявилось в государственной монополизации учения В.Р. Вильямса (1930-1939, 1948-1950-е гг.), диктате Т.Д. Лысенко в биологических науках (1930—1950-е гг.), в проявлении математикофобии в естественных науках (1940-1950-е гг.). В связи с отрицательным отношением к ренте II прекратились и были осуждены в 1930-х годах, как чуждые социализму, почвенно-оценочные работы.

Черными страницами в истории общества и науки стали политические и административные репрессии. Большой ущерб науке нанесла изоляция советского общества от других стран.

Командно-административная система деформировала связи науки и практики. Для земледелия это проявлялось в том, что партийно-правительственные решения по крупным научно-хозяйственным проблемам (полезащитное лесоразведение, травопольная система земледелия, гидротехническое строительство, освоение целинных и залежных земель и другие) предопределяли научные позиции». Критические выступления и публикации по этим вопросам требовали от ученых большого мужества и несли опасность репрессий. Кроме того, цензура в большинстве случаев не пропускала такие работы, и они оставались "в столах". Научный анализ последствий

осуществленных мероприятий не поощрялся. Их реальные результаты замалчивались.

Гипертрофированная идеологизация науки была питательной средой мифотворчества. На ней процветала лысенковщина и самые разные формы лженауки, однако в капкан идеологизации попадали и крупные ученые, каковым был В.Р. Вильямс, проникшийся революционным пафосом эпохи, политическими и идеологическими иллюзиями. Академик В.Р. Вильямс пользовался беспрекословным авторитетом у партийно-государственной власти, был консультантом Госплана, правительства, партийных органов. Его называли главным агрономом страны, великим ученым сталинской эпохи. По сути дела он был канонизирован государством. Многие его позиции беспрекословно проводились в жизнь, хотя не все они были верными. Трагическим стала абсолютизация роли водопрочной структуры в плодородия почв и соответственно универсализация травопольной системы земледелия как средства ее достижения. В устах самого В.Р. Вильямса оценка этой системы приобрела гиперболическое звучание: "Если максимальный урожай на бесструктурной почве равен 16 центнерам зерна на 1 га, то на структурной почве он должен быть равен 160 центнерам зерна, причем это будет не максимальный, а нормальный урожай. Разве это не повелительное указание на необходимость перехода к хозяйству на структурной почве. А так как нам известен только один способ создания и поддержания структурности почвы - посев смеси многолетних трав - основы правильного травопольного севооборота, то и задачей третьего тысячелетия может быть только введение этих севооборотов".

В.Р. Вильямс оказался культовой фигурой, отстаивающей монопольные позиции в сельскохозяйственной науке и практике. В этом его трагедия. Она усугубилась жертвами сталинских репрессий. Не являясь непосредственным их виновником, он тем не менее поддерживал костер "инквизиции", бросая резкие обвинения в адрес своих оппонентов, называя их врагами новой советской науки, социалистической агрономии и т.п.

Одной из наиболее драматических страниц этой истории является разгром генетической науки, гибель Н.И. Вавилова, Н.П. Горбунова, В.В. Таланова, А.И. Мальцева, репрессии многих генетиков и селекционеров. Данный факт трудно объяснить одним лишь преследованием инакомыслящих, как в случае репрессий Н.Д.Кондратьева, А.В. Чаянова и других экономистов, не согласных с партийно-государственной установкой или подозреваемых в этом.

Учиненный властью погром фундаментальной науки и ее лидеров в значительной мере объясняется стремлением перенести на них ответственность за провал грандиозных планов развития сельскохозяйственного производства, которое фактически отставало от дореволюционного уровня в результате трагических последствий коллективизации и экстремальной аграрной политики государства. При этом важно было сформировать общественное мнение с привлечением наиболее политизированной части ученых. Мифизированная государственная политика в сельском хозяйстве, идущая вразрез развитию мировой аграрной экономики, опиралась на мифы идеологизированной науки. Ее представители обещали обеспечить рост сельскохозяйственного производства с минимальными затратами со стороны государства. К тому времени мифотворчество набрало ускорение. Обзор множества мифов того времени представлен в одной из наших работ (Кирюшин В.И., 2000).

Уникальным мифотворцем в истории науки был Т.Д. Лысенко, который произвел немыслимое количество мифических новаций, в числе которых были: массовая яровизация пшениц; скоростное выведение сортов пшеницы; летние посадки картофеля; ажиотаж вокруг ветвистой пшеницы; гнездовая посадка деревьев, перерождение одних биологических видов в другие, навозно-земляные компосты.

Государство поддерживало эти новации, как и другие «новшества», изобретенные в угоду различным догмам, сформированным на государственном уровне. Данное явление под названием «лысенковщина» сформирова-

лось как экстремальная форма идеологизации и политизации науки в условиях партийно-государственной диктатуры, следствием чего явились скоропалительные рекомендации в угоду власти, ложные спекуляции на политических доктринах (классовая борьба и др.), преследование инакомыслящих, поиск врагов.

Данное явление неизбежно в несвободном обществе. Оно в той или иной мере сопровождало весь советский период жизни страны, но в середине века на пике диктатуры Сталина проявилось особенно остро, чему способствовала одиозность фигуры Лысенко. Наделенный властью над наукой (президент ВАСХНИЛ) и поддержанный государственной властью он нанес огромный урон науке и стране. Кульминация «научного мракобесия» приходится на период проведения сессии ВАСХНИЛ 1948 года.

1.3.4. Природопокорительная экспансия и депрессия сельскохозяйственной науки в середине XX века

На 50-60-е годы приходится период депрессии земледельческой науки, обусловленный последствиями сталинского диктата и последующего хрущевского авантюризма в государственной аграрной политике. В это время утвердилась природопокорительная идеология и кампанейщина как стиль управления. Фраза И.В. Мичурина «Мы не должны ждать милостей от природы, взять их у нее – наша задача» приобрела сугубо потребительский смысл, а государственная природопокорительная политика реализовывалась от мероприятия к мероприятию, которые превращались в кампании.

Исходные посылки большинства мероприятий и кампаний имели реальную основу и благие намерения, но в конечном итоге приобретали шаблонный характер и доводились до абсурда. Беспрецедентной по результатам кампанией явился сталинский план преобразования природы 1948 года. В соответствии с этим планом в степных и лесостепных районах европейской части страны ставилась задача создать систему защитных лесных полос и сеть полезащитных лесных насаждений в колхозах и совхозах и освоить травопо-

льную систему земледелия. Пропаганда проекта подкреплялась ссылками на В.В. Докучаева, П.А. Костычева, М.К. Турского, Г.Ф. Морозова, на их основополагающие работы по полезащитному лесоразведению. Действительно, к этому времени была доказана роль лесных насаждений в регулировании микроклимата полей, в борьбе с эрозией почв, закреплении песков. Однако амбиции природопокорителей вышли далеко за реальные возможности. Они декларировали изменение климата, прекращение суховеев и засух с помощью лесных полос, особенно государственных, с их «ветроломным эффектом». Баснословная урожайность планировалась за счет освоения травопольной системы земледелия.

Этот миф разделяли многие ученые. Одни заблуждались, путаясь в мешанине реального и виртуального, другие старались потрафить властям, третьи отбивались, но их становилось все меньше.

С приходом к власти Н.С. Хрущева кампанейщина продолжилась. Теперь диктат травопольной системы земледелия сменился навязыванием пропашной, особенно повсеместного внедрения посевов кукурузы. Первоначальная критика травопольной системы, ее универсальности была вполне справедливой. Новый глава государства искал выход из экономического тупика. Но эта критика вскоре приобрела форму погрома, хотя и менее жестокими методами. Пострадали не только травопольщики, но и травосеяние. Идея освоения кукурузы в СССР сама по себе была разумной, особенно в южных районах страны. Но кампания по ее повсеместному навязыванию была не менее одиозной, чем предыдущая, на смену которой она пришла. Голоса ученых, призывавших к здравому смыслу (их было немало) потонули в хоре одобрения. Синдром лысенковщины укоренился. Наука должна была внимать власти и становилась ее служанкой. Сам Лысенко несколько утих, но отнюдь не сошел со сцены, демонстрируя преемственность властей. Он успел принести прямой дополнительный вред рекомендациями стерневого посева зерновых в восточных районах страны.

При всей сложности и противоречиях научно-технической и аграрной

политики в стране научная мысль не угасла. Расширилась экспериментальная сеть в земледелии, вызревали новые идеи и теории.

1.4. Земледелие второй половины XX века

1.4.1. Новые представления об обработке почв и регулировании их плодородия, феномен Т.С. Мальцева

Этот феномен возник на фоне застоя и догматизма, и вышел он не из стен научного учреждения, а из колхоза «Заветы Ленина» Шадринского района Курганской области, где Т.С. Мальцев работал полеводом. Его нередко противопоставляли ученым как крестьянина-самородка от земли. На самом деле он был действительно самородком, но ученым, и деятельность его основывалась не на крестьянской интуиции, а на синтезе полевого экспериментирования, исследовательского таланта и научных знаний, которые он черпал из собственной библиотеки, занимавшей значительную часть избы в деревне Мальцево.

Опыт Т.С. Мальцева замечателен прежде всего непримиримостью по отношению к догмам и шаблонам.

Главный стереотип, царивший в мировой земледельческой теории и практике до 50-х годов XX века – обязательность вспашки плугом. В ту пору обычному агроному едва ли возможно было представить, что можно обойтись без плуга и тем более без обработки почвы вообще. Это оказалось под силу редким первопроходцам – таким, какими были в России И.Е. Овсинский в самом конце 19 века и Н.М. Тулайков в 20-х годах 20 века. Первый был предан поруганию за свои эксперименты, второй поплатился жизнью. Дело Овсинского было продолжено его земляками переселенцами в Канаде. Науч-

ное наследие Тулайкова послужило одним из оснований для пересмотра господствовавшей в России концепции В.Р.Вильямса.

На этом фоне Т.С. Мальцев вел свои эксперименты в 30 – 50 - х годах. Он понимал главную причину неудач своих предшественников — повышение засоренности посевов при мелкой обработке почвы и видел решение проблемы в построении такой системы земледелия, элементы которой способствуют её преодолению. Это прежде всего чистый пар и предпосевные обработки, возможность которых возрастает при поздних сроках посева. Данные элементы, помимо такого их назначения, являются обязательными по агроклиматическим условиям лесостепной и степной зон Зауралья и Западной Сибири. Это было хорошо известно Т.С. Мальцеву из крестьянского опыта. Кроме того роль чистого пара была показана исследованиями В.Н. Варгина, а поздние сроки посева были обоснованы В.К. Крутиховским и самим Т.С. Мальцевым, проводившим полевые опыты под его руководством на Шадринском опытном поле. Роль поздних сроков усиливалась в связи с необходимостью ухода от весенне-летней засухи и использования июльского максимума осадков.

Опираясь на эти работы, Т.С. Мальцев синтезировал систему земледелия для лесостепи Зауралья, значение которой сразу же вышло далеко за региональные рамки в связи с принципиально новым решением системы обработки почвы.

Первичное переосмысление сущности почвообработки в опытах Т.С. Мальцева касалось ее роли в регулировании физических свойств почв. Необходимость повсеместной регулярной глубокой обработки почвы традиционно преувеличивалась, поскольку оптимальная плотность пахотного слоя для зерновых культур на многих почвах, особенно черноземах, близка к равновесной. Излишняя рыхлость почвы в условиях проявления засух приводит к увеличению расхода влаги вследствие испарения. Минимизация почвообработки способствует улучшению водного режима агроценозов в засушливых условиях. Сам Т.С. Мальцев (1971) по этому поводу писал: «Мне не удалось

найти в сельскохозяйственной научной литературе ни одного веского доказательства того, что зерновые культуры непременно требуют свежей и глубоко вспаханной почвы, то есть ежегодной пахоты. На практике часто приходилось наблюдать и такое, что на уплотнённой почве зерновые росли даже лучше, чем на свежевзрыхлённой. «Отдохнувшая» от пахоты почва улучшается ещё вследствие самоуплотнения...» Очевидно, это и есть отправная позиция минимизации почвообработки.

Первоначально Т.С. Мальцев рекомендовал вдвое сократить количество вспашек в 6-польном севообороте (пар - пшеница – пшеница – однолетние травы - пшеница - ячмень (овес), введенном в 1950 г. вместо 10-польного травопольного севооборота.

В 1953 г. Т.С. Мальцев заменил 6-польный севооборот на 4-польный (пар - зерновые - однолетние травы - зерновые), в котором глубоко обрабатывали почву только в паровом поле, но уже безотвально - плугами со снятыми отвалами, после уборки культур применяли дисковые луцильники на глубину 7-8 см.

Наряду с этими приемами Т.С. Мальцев особо подчеркивал важность весеннего боронования, в том числе «лапчатыми боронами» его конструкции. Высокая культура земледелия, жесткая технологическая дисциплина обеспечивали достаточную эффективность данного технологического комплекса в целом и чистоту полей от сорняков в частности. Однако в годы брежневского застоя, на который сетовал Т.С. Мальцев, в колхозе применяли гербициды. Сам он это не одобрял, но и не препятствовал. Становилось очевидным, что химическая прополка должна дополнять агрономический комплекс, сопровождающий минимизацию почвообработки.

Нередко высказывается удивление по поводу того, что Т.С. Мальцев избежал опалы властей и остракизма противников как ниспровергатель общепризнанных представлений. В данном отношении следует отдать должное его дипломатичности. Выстраивая свою теорию почвообработки, Т.С. Мальцев формально подстроился под концепцию В.Р. Вильямса о необходимости

создания и поддержания агрономически ценной структуры. Однолетние культуры, по мнению В.Р. Вильямса не справляются с этой задачей, поскольку отмирающая в теплый период их корневая система быстро минерализуется в относительно рыхлом пахотном слое. Синтез же гумуса, как он считал, протекает под многолетними травами в основном в анаэробных условиях. Далее, исходя из разнокачественности пахотного слоя по структурному состоянию, В.Р. Вильямс обосновывал необходимость ежегодной вспашки с предположением с тем, чтобы сброшенный на дно борозды слой почвы оструктурился.

Как бы развивая общую концепцию В.Р. Вильямса, Т.С. Мальцев выдвинул положение о возможности синтеза гумуса на основе анаэробного разложения корней однолетних культур при минимизации почвообработки. Таким образом, Т.С. Мальцев реабилитировал роль однолетних культур в гумусообразовании и соответственно структурообразовании и выдвинул гипотезу о том, что минимизация обработки почвы способствует данному процессу. Такая первая теоретическая посылка минимизации явилась своего рода приглашением к созданию теоретических основ почвообработки в ее разнообразных аспектах. Гипотеза Т.С. Мальцева подтвердилась нашими исследованиями в его многолетних полевых опытах, которыми была показана разница в содержании гумуса в пользу безотвальной обработки в сравнении с отвальной, а также другими исследователями, о чем будет сказано далее.

1.4.2. Кампания по освоению целинных земель

Эпопея освоения целинных и залежных земель на востоке страны в 50-60-х годах важная веха не только в развитии земледелия, но в истории страны. По поводу ее значения высказываются различные мнения. Следует сразу подчеркнуть, что довольно распространенное одностороннее отношение к ней как к ошибке, авантюре и т.п. слишком упрощенно и не обоснованно. Принятие правительственного решения об освоении целинных земель имело серьезные основания. На 1953 год в стране ощущался острый дефицит продовольствия. Преодолеть его можно было двумя путями: интенсификацией

земледелия в традиционных районах зернового производства или добыть хлеб на востоке страны за счет распашки огромных степных пространств. В первом случае требовались большие усилия по технологическому преобразованию земледелия, для чего необходимо было расширить производство и применение удобрений и существенно повысить культуру земледелия. Второй путь - традиционный, менее эффективный, но простой, хотя на Западе сельское хозяйство в те годы уже уверенно становилось на рельсы научно-технического прогресса. Выбор был сделан на февральско-мартовском Пленуме ЦК КПСС 1954 года, принявшем постановление «О дальнейшем увеличении производства зерна в стране и об освоении целинных и залежных земель». Процесс развивался с необычайной быстротой. Как писали тогда газеты, «весной 1954 года более 20 тысяч тракторов двинулись в седую, ковыльную степь, чтобы превратить ее в гигантское поле». Акция приобрела форму массированного сражения за хлеб, или штурма целины по тем же газетным выражениям. За короткий период с 1954 по 1962 год было распахано 42 млн. га земель, в том числе 16 млн. га в Российской Федерации в основном в Сибири (11 млн. га) и на Урале (3 млн. га). Те же газеты сравнивали эту территорию с Испанией или Францией. С подъемом целины резко возросла распаханность территории, достигшая в ряде степных районов 80% и более.

Результаты этой деятельности, гигантские по масштабам, имели важное социально-политическое значение. На востоке страны сформировалась мощная социальная инфраструктура, выросли крупные предприятия, поселки, города, возросла занятость населения, улучшились условия жизни людей. Развитие зернового хозяйства позволило выйти из надвигающегося продовольственного кризиса.

Производство зерна в 1956-1960 гг. составило в среднем 122 млн.т в год, т.е. увеличилось по сравнению с 1950-1954 гг. на 38 млн.т, или в расчете на душу населения на 160 кг в год (с 450 до 610 кг). Улучшилась структура производимого зерна.

Эти достижения сопровождались существенными потерями, которые

несли западные и центральные районы страны, слишком обделенные производственными ресурсами и лишившиеся значительной части населения.

Так или иначе оценивая производственные и социальные достижения, нельзя не отдавать себе отчет в том, что «штурм» целины был сопряжен с огромным экологическим риском, который мог свести на нет усилия государства и перечеркнуть колоссальный, самозабвенный труд народа. С экологических позиций этот «штурм» представлял собой грандиозную по своим размерам очередную экспансию земледелия, чреватую катастрофическими последствиями. И катастрофа развернулась во всю ширь степных полей на юге Западной Сибири и в Казахстане в виде грандиозного «пыльного котла» через несколько лет после массовой распашки земель. Была ли предсказуемой эта беда?

В своих мемуарах партийно-государственные деятели тех времен, изображали себя первопроходцами, которые не могли всего предвидеть на трудном пути за благо народа и т.п. Примечательно высказывание Л.И. Брежнева в книге «Целина», где он пишет, что «агротехническая политика партии на целине сводилась к тому, чтобы до минимума свести отрицательные последствия вмешательства человека в первозданную природу степи, утвердить здесь самую высокую культуру полеводства, а затем и создать систему земледелия, хорошо приспособленную к засушливой зоне. Но какой она конкретно будет, мы поначалу не знали и знать не могли». За этой противоречивой фразой скрывается совсем другая действительность с очень наглядными уроками, которые заслуживают пристального внимания и профилактически необходимого переосмысления.

Экологическая катастрофа предпринятой экспансии была, безусловно, предсказуемой. За сто лет до начала этого события в России свершилась подобная, хотя и менее значительная по своим размерам земледельческая экспансия на юге страны. Последствия той массовой распашки земель после реформы 1861 года были ярко и доходчиво проанализированы в книге В.В. Докучаева «Наши степи прежде и теперь», изданной в 1892 году. Послед-

ствия эти хорошо известны: усиление поверхностного стока, эрозия, обсыхание территории, дефляция, дегумификация почв и т.д. Можно было не наступать на те же грабли теми же средствами, тем более что в 30-х годах всему миру был преподнесен еще более наглядный урок в виде антропогенного стихийного бедствия на Великих равнинах в США и Канаде, воспринятого тогда как конец цивилизации. Массовая распашка многих миллионов гектаров целины в прериях привела к широкому развитию ветровой эрозии. В книге «До того как умрет природа» Ж. Дорст (1968) описывает один из самых страшных, как он говорит, «траурных» дней в США 12 мая 1934 года, когда «обширные равнины стали ареной беспрецедентного в истории Америки стихийного бедствия,...ветер нес смерчи через континент на восток..., они затемнили небо над Вашингтоном и Нью-Йорком, неслись в Атлантику. Оголенные районы, получившие с тех пор название «пыльная чаша», стали средоточием ветровой эрозии»... Официально признав эрозию национальным бедствием, правительство организовало Службу по борьбе с эрозией почв, которая через 2 года была реорганизована в Службу охраны почв. Были предприняты огромные усилия по разработке противозерозионной системы земледелия, в которой плуг уступил место плоскорезу, а все другие приемы приобрели почвозащитное содержание (стерневые сеялки вместо обычных, ротационные бороны вместо зубовых и т.д.). Вместе с административными органами ученые долго преодолевали консерватизм фермеров в освоении новой системы.

Все это через каких-то 20 лет было воспроизведено в СССР так, как будто ничего подобного ранее не происходило.

Разумеется, ни о какой природоохранной «агротехнической политике» у организаторов «целинной эпопеи» ни у Н.С. Хрущева, ни у Л.И. Брежнева речи не было. Загнанное сталинским режимом в тупик сельское хозяйство Хрущев пытался вытащить теми же волюнтаристскими методами. О цене речь не шла, об ответственности тем более. В противном случае пришлось бы серьезно рассматривать альтернативы, уподобляясь, например, М. Ганди,

пускавшемся в длительный пост перед принятием решения, играющего сколько-нибудь серьезную роль в судьбе народа.

А что народ? В стране с унитарным режимом его не трудно было мобилизовать лозунгами, обмануть полуправдой и втянуть в очередную кампанию. Именно кампании были основной формой организации крупных преобразований с их пренебрежительным отношением к возможным альтернативам и научному обеспечению. При этом наука, если она привлекалась, должна была обосновывать и развивать установку Партии и Правительства. В рассматриваемом случае глубокой научной проработки проблемы как в экономическом, так и в экологическом отношении вообще быть не могло, поскольку план очередного исторического скачка родился спонтанно и реализовывался молниеносно.

Не дожидаясь признаков какой-либо социальной обустроенности, тысячи людей устремились на целинные земли, обрекая себя на жизнь в палатках, землянках, бараках, на преодоление множества препятствий и лишений. Многим из них нечего было терять, покидая неустроенные свои местообитания. Очень многие были увлечены идеей новой жизни, возрождения страны после страшной войны, романтикой подвига. По комсомольским путевкам на подъем целины выехало 600 тыс. добровольцев, а поданных заявлений с просьбой направить на целину было на миллион больше (включая автора этой книги). По мере освоения все новых и новых земель, включая районы сухой степи и даже полупустыни, пустели деревни в центральной России, откуда уезжала на Целину молодежь, деградировали освоенные земли, в том числе гораздо более перспективные, чем на Целине.

Доверяя руководству страны, его благородному замыслу навсегда избавить страну от нехватки хлеба, народ был готов на очередные лишения, так же как и в период реализации сталинского плана преобразования природы и других великих строек. Поистине святой российский народ и многострадальный, страдавший прежде всего от своих властей с их имперскими традициями, пренебрежением к реальным человеческим интересам, стремлением под-

менить эти интересы всевозможными жупелами. В этом кроется главная причина несостоятельности, низкой эффективности различных кампаний, их экологической опасности и т.п. Издержки их непродуманных и неподготовленных решений тяжелым бременем ложились на плечи народа. Допустившая очередной просчет, безответственная верховная власть перманентно придумывала очередную кампанию для того, чтобы закрыть образовавшуюся прореху. Не делая выводов из провалившейся или неудачной кампании она затевала новую также без серьезных обоснований, экспертиз и т.п. И так от кампании к кампании.

Из всей цепочки кампаний Целина была наиболее результативной, хотя могло быть и хуже...

Когда на освоенных землях разразились пыльные бури, особой тревоги на верхних этажах власти не проявлялось. Спокойно обсуждались проблемы эрозии в научных центрах ВАСХНИЛ. Говорилось о необходимости совершенствования земледелия с помощью введения противоэрозионных мероприятий, особая роль отводилась полезащитным лесным полосам.... Это могло продолжаться довольно долго вплоть до полной катастрофы, если бы не создание в 1957 году Казахского (впоследствии Всесоюзного) НИИ зернового хозяйства во главе с А.И. Бараевым.

1.4.3. Подвижничество А.И. Бараева, создание почвозащитной системы земледелия

К этому времени А.И. Бараев был уже зрелым, опытным ученым, глубоко понимавшим проблемы степного земледелия. Первый опыт научной работы он получил на Безенчукской сельскохозяйственной опытной станции, а в 1936 году по рекомендации Н.М. Тулайкова А.И. Бараев переехал из Заволжья в Западный Казахстан, на Уральскую селекционную станцию. Академика Н.М. Тулайкова он считал своим главным учителем. Его рукопись «Рецензия на книгу В.Р. Вильямса «Почвоведение, общее земледелие с основами почвоведения» воспринималась как призыв к переосмыслению земле-

деля, адаптации его к различным почвенно-климатическим условиям, недопустимости шаблонов.

Печальные последствия постигли академика Н.М. Тулайкова, дерзнувшего выступить против догмата В.Р. Вильямса и рекомендовать мелкую обработку почвы в засушливых районах. Он погиб в результате репрессий в 1938 году, а книга его была издана небольшим тиражом лишь в 1963 году и стала библиографической редкостью. Она сохраняет свое значение и сегодня и не только в историческом плане, но и в осмыслении современных проблем земледелия, не говоря уже о ней как шедевре полемической литературы. Подлинная реабилитация Н.М. Тулайкова предстоит, этого не успел добиться А.И. Бараев. Их обоих объединяет приверженность «солнечному, знойному, суровому краю» и системный подход к решению проблем «сухого» земледелия от подбора культур и сортов и технологий их возделывания до создания оптимальной структуры земледелия. Нельзя не сказать, что научное мировоззрение А.И. Бараева в большой мере формировалось также под влиянием Н.И. Вавилова, тесно сотрудничавшего с Н.М. Тулайковым идейно и территориально (под Саратовом). Так что в отношении преемственности школ сухого земледелия можно построить линию: Тулайков-Вавилов-Бараев.

Работая на Уральской сельскохозяйственной опытной станции, А.И. Бараев концентрировал внимание на задачах селекции и семеноводства засухоустойчивых сортов яровой пшеницы, их агротехнике, вопросах влагонакопления, включая создание полезащитных лесных полос. К августу 1953 года, когда он возглавил Казахский институт земледелия, все больше внимания уделялось им обработке почвы, ее соответствию засушливым условиям. Часть его публикаций за период 1954-1956 г.г. посвящена применению системы обработки почвы Т.С. Мальцева в Казахстане. Это были первые научно обоснованные шаги минимизации обработки почвы, оказывающей благоприятное влияние на водный режим почв в засушливых условиях.

Начинавшаяся тем временем массовая распашка целинных земель сопровождалась проявлением ветровой эрозии. А.И. Бараев понимал, что маль-

цевская система почвообработки не обеспечит защиту почвы от дефляции. Безотвальный плуг Т.С. Мальцева не отвечает требованиям ветроустойчивости поверхности. Даже если его усовершенствовать, как впоследствии было сделано (стойки СибИМЭ), потребуется так или иначе создание машин для посева и предпосевных обработок почвы по стерневым фонам, что уже было сделано в Канаде.

Естественно североамериканский опыт, осмысленный А.И. Бараевым во время командировки в Канаду в 1957-1958 гг., был положен им в основу разработки почвозащитной системы земледелия в Казахстане, именно разработки, а не механического перенесения, учитывая различия в природных условиях. Прямое заимствование технологий в земледелии, как правило, кончалось плохо. В апреле 1957 года А.И. Бараев был назначен директором нового научного центра – Казахского (в последствии Всесоюзного) института зернового хозяйства, учрежденного на базе маленькой опытной станции, поблизости от поселка Шортанды Целиноградской области. Первой заботой директора было создание крупного опытного хозяйства, он не успокоился пока не довел площадь пашни до 35 тыс. га, что впоследствии сыграло решающую роль в освоении почвозащитной системы земледелия.

Гигантские усилия были направлены на создание отечественной противозерозионной техники. В невероятно короткий срок на заводе «Октябрьская революция» в Одессе были изготовлены первые плоскорезы, в Новосибирске на заводе «Сибсельмаш» были собраны первые стерневые сеялки. Особый интерес представляет научно-организационная и собственно научная сторона этой деятельности. Бараев прервал порочную традицию в разработке сельскохозяйственной техники, когда сами инженеры задавали агротехнические требования к машинам и орудиям. Их стали разрабатывать агрономы-технологи, отстаивая затем эти требования в дискуссиях с учеными-инженерами. Первичной базой проектирования противозерозионной техники был крупный отдел механизации института и собственное КБ, работавшие в тесном сотрудничестве с ведущими НИИ, в том числе ВИМом, ВИСХОМом,

Казахским НИИ механизации и др. Вскоре было создано специальное КБ по проектированию противозрозионной техники в Целинограде. Начались широкие испытания новой техники на полях института, Целинной МИС и базовых хозяйствах. Бараев лично следил за созданием и испытаниями трактора К-700. Придавая большое значение его использованию в агрегатах с широкозахватными машинами, он в то же время настаивал на ограничении его применения в условиях повышенного увлажнения, на использовании сдвоенных колес. Созданная А.И. Бараевым система разработки новой техники на глубокой научной основе не имела precedентов ни до него, ни, к сожалению, после него. Этот опыт будет весьма полезным в предстоящей технико-технологической модернизации сельского хозяйства.

Одновременно с созданием технической базы в Институте разворачивалось полевое экспериментирование и развивалась новая методология опытного дела. Традиционные мелкоделяночные опыты были не пригодны для изучения различных приемов обработки, в связи с взаимным влиянием отвальных и плоскорезных фонов на перенос снега, недопустимостью посева поперек этих фонов и др. По инициативе директора в институте был заложен опытный севооборот, в котором отвальная и плоскорезная система обработки почвы изучались на 2 тыс. га. Такие невиданные ранее размеры опытных делянок позволяли изучать особенности развития процессов ветровой эрозии, снеготранспорта, пространственного распределения вредителей и сорняков на различных фонах обработки.

Когда в опытном хозяйстве была на всей площади пашни освоена плоскорезная система обработки почвы, началась напряженная работа по ее пропаганде и обучению специалистов. Консервативность агрономов, воспитанных на незыблемых канонах вспашки, превзошла ожидания. Трудно воспринимались плоскорезы, высказывалось множество сомнений. Активнее других сомневались коллеги-ученые. Среди них больше всего было противников или скептиков. Вспоминается приезд в институт известного почвовед-академика ВАСХНИЛ С.С. Соболева. В поле он недоверчиво поглядывал на

поля, обработанные плоскорезами, и говорил А.И. Бараеву о необходимости добиваться более эффективной защиты почвы от эрозии с помощью полевых защитных лесоразделений. Ему показали участки опытных полей, вспаханных плугом, между полевыми защитными лесными полосами. В это время сильно усилившийся пылевоздушный поток пролетел через лесополосу только начинавшую зеленеть, слегка умерился в ней, но тут же набрал силу и новые порции почвы поднялись в воздух. На соседнем поле с плоскорезной обработкой никаких проявлений дефляции не было. Этот эпизод мы часто вспоминали с юмором, поскольку у гостя, находившегося в «ветровой тени» лесополосы от порыва ветра слетела шляпа, которую никак не могли догнать.

Быстрее других откликнулись на пример ОПХ ВНИИЗХ соседние хозяйства, в частности «18 лет Казахстана» во главе с Кан Де Ханом, за ними потянулись паломники из других районов и областей Северного Казахстана. Однако настоящий «дебют», если можно так выразиться, состоялся в исключительно «пыльном» 1965 году, когда секретарь Целиноградского обкома партии Н.Е. Кручина, облетая на самолете хозяйства области, затянутые пеленой пыли, увидел просвет над Опытным хозяйством Института. Несомненно, А.И. Бараев предвидел нечто подобное, когда всеми средствами расширял хозяйство и создавал оптимальную модель земледелия. Под влиянием этой модели партийные органы области активно включились в процесс освоения почвозащитной обработки почвы, и Н.Е. Кручина сыграл в этом деле исключительно важную роль. В 1964 году в похожей ситуации оказался А.Н. Косыгин, поразившийся увиденным и впоследствии оказавший помощь в расширении производства противоэрозионной техники. Однако, прежде чем пришла эта помощь сверху, Бараеву пришлось выдержать в том же году тяжелое испытание, когда в разгар становления новой системы земледелия он был отстранен от «занимаемой должности» главой государства. Н.С. Хрущев, к этому времени определенным образом преуспевший в навязывании кукурузы и пропашной системы ополчился на непокорного Бараева за чистый пар. Ни о каком компромиссе со стороны А.И. Бараева не могло быть и речи, по-

сколько чистый пар является неременным условием степного земледелия, ориентированного на производство зерна. Акция отстранения А.И. Бараева оставила тяжелое впечатление в институте, но вскоре был снят Хрущев.

Расширялись опытные работы, все больше внимания уделялось освоению достижений института в хозяйствах области. Они становились очевидными на местах, но руководство ВАСХНИЛ в 1963 году все еще засылало в институт комиссии. Перелом произошел в 1966 году. Выездная сессия ВАСХНИЛ в Целинограде одобрила почвозащитную систему, в том же году А.И. Бараев был избран академиком ВАСХНИЛ. В следующем году ВНИИЗХ был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

К этому времени были сформированы основные позиции почвозащитной системы: зерно-паровые севообороты с короткой ротацией, разноглубинная плоскорезная система обработки почвы, неременное снегозадержание, оптимально поздние сроки сева зерновых. Последние две позиции в отличие от канадской системы были обусловлены специфичным распределением осадков: значительной долей их в зимний период и ярко выраженной июньской засухой. Кроме того, для обработки тяжелых почв, в отличие от более легких канадских, были созданы плоскорезы-глубококорыхлители (КПГ) наряду с КПП, а для обработки пара штанговые культиваторы. Были введены кулисные пары. На легких почвах, а впоследствии и на тяжелых, было организовано полосное размещение культур. Так что ни о каком копировании канадской системы не могло быть речи, так же как и мальцевской, хотя элементы той и другой в адаптированном виде были интегрированы в новой системе. Можно сказать, что та и другая системы земледелия послужили материалом для решения проблемы, так же как и предшествовавший личный опыт А.И. Бараева по борьбе с засухой. При этом весь процесс во всех деталях управлялся Бараевым.

Признание почвозащитной системы послужило импульсом к ее освоению и дальнейшему углублению исследований. На этом новом этапе была отлажена структура института и, что самое главное, функциональное взаи-

модействие основных научных отделов: земледелия, агропочвоведения, агрохимии, защиты растений, селекции, экономики, механизации с ОКБ, строго нацеленных на выполнение конкретных моделей и технологий, завершавшихся комплексом машин и орудий. Такая же методология в дальнейшем была предпринята и для координации научных и опытных учреждений, в результате чего радикально оживилась деятельность сельскохозяйственных опытных станций Казахстана. Постепенно координацией были охвачены многие научные учреждения страны. С поразительной четкостью и целенаправленностью работал Координационный совет по эрозии почв, организованный А.И. Бараевым, преодолевшим бюрократические барьеры ВАСХНИЛ и республиканского министерства сельского хозяйства. Потребовались немалые усилия, чтобы добиться понимания и участия государственных и партийных органов различных уровней.

Такой уникальный научно-организационный опыт определил невиданные темпы дальнейшей разработки и освоения почвозащитной системы земледелия. Этот феномен заслуживает специального изучения. Ему нет подобных, за исключением может быть, белорусского опыта интенсификации земледелия под научным руководством Т.Н. Кулаковской в 70-х годах. Бараевский подход был крайне необходим в период кампании освоения интенсивных агротехнологий в 1986-90 г.г. Тогда инициатива исходила от партийно-государственных органов, но кампания сдерживалась низкой активностью руководства ВАСХНИЛ, слабой интегрированностью ее деятельности, разобщенностью научных подразделений. Экстраполируя этот опыт на современные задачи технологической модернизации земледелия, можно определенно утверждать, что решение их возможно лишь на основе глубокого осмысления исторических уроков.

Эффективность бараевской научно-организационной методологии начиная с 1966 года измерялась миллионами гектаров освоения почвозащитной системы. К 1977 году почвозащитная система земледелия в Казахстане была освоена на площади более 13 млн. га. К 1980 году освоение ее элемен-

тов в СССР отмечалось на площади около 50 млн. га. На 70-е годы приходится болезненная ломка традиционных представлений обработки почвы в научных центрах страны. Весьма поучителен тот факт, что докторская диссертация А.И. Бараева не была воспринята на кафедре земледелия Тимирязевки в 1969 году. Он защитил ее в 1970 г. во Всесоюзном институте растениеводства. Помню, что непонимание тимирязевских земледелов произвело на нас сотрудников Александра Ивановича, особенно тимирязевцев, довольно тяжелое впечатление. Сам же он, не предаваясь обидам, стал лихорадочно организовывать переучивание группы монгольских специалистов – выпускников Тимирязевки – новой системе земледелия. В те годы ветровая эрозия заметно проявилась в Монголии и вмешательство ВНИИЗХ и его директора оказалось весьма своевременным.

Достаточно сложно происходили десанты А.И. Бараева и сотрудников института на Северный Кавказ, где проявления ветровой эрозии в 1969 году были довольно жестокими, особенно в Ставропольском крае («Армавирский ветровой коридор»). Консерватизм агрономов, особенно ученых, оказывался сильнее угроз пыльных бурь. Нужны были научные доказательства, углубленные научные исследования, и А.И. Бараев всячески форсировал их развитие прежде всего в своем институте. Десятилетие с 1970 по 1980 год было поистине золотым. На высоком теоретическом уровне были изучены механизмы дефляции и пылепереноса, разработаны критерии ветроустойчивости поверхности почвы для разных условий, водный баланс агроценозов и его регулирование, разработаны задачи регулирования минерального питания растений, вопросы дифференциации пахотного слоя по плодородию при плоскорезной обработке, всесторонне обоснованы севообороты, роль чистого пара, система ухода за ним и многое другое.

Значительное внимание было уделено изучению режима органического вещества почв и минеральных элементов питания, дифференциации пахотного слоя по плодородию при различных системах обработки (А.А. Зайцева, И.П. Охинько). Совместно с Институтом почвоведения и агрохимии Сибир-

ского отделения АН СССР были проведены исследования круговорота веществ на различных агротехнических фонах (В.И. Кирюшин, А.А. Титлянова).

В этих работах получили развитие представления Т.С. Мальцева о гумусосберегающей роли минимизированной обработки почвы. Экспериментальное подтверждение этой гипотезы было получено на обширном материале сравнительного изучения режимов органического вещества в различных почвах при отвальной и безотвальной обработках. Первая попытка такого рода была предпринята нами совместно с И.Н. Лебедевой и И.П. Охинько в опытном 5-польном севообороте на выщелоченном черноземе в колхозе «Заветы Ленина». Была показана разница в содержании гумуса в пахотном слое почвы 0,23% в пользу безотвальной системы по сравнению со вспашкой за 17 лет.

Более основательные исследования (в 20-кратной повторности) по этому поводу были проведены нами совместно с И.Н. Лебедевой (1972) в опытном севообороте ВНИИЗХ, где было доказательно установлена почти такая же разница в содержании гумуса в южном черноземе в пользу плоскорезной обработки через 11 лет, которая еще более увеличилась через 16 лет после закладки опыта (таблицы 1 и 2). Подобные выводы подтвердились дальнейшими многочисленными исследованиями на различных почвах.

В результате снижения темпов минерализации гумуса при минимизации почвообработки ослабляется процесс минерализации азота. На почвах с дефицитным азотным режимом это приводит к снижению урожая по сравнению со вспашкой, особенно в северной лесостепи и лесной зоне. В степной зоне на южных черноземах наблюдается избыточная минерализация азота и миграция нитратов за пределы корнеобитаемого слоя.

1. Содержание гумуса (%) в южном карбонатном черноземе в зависимости от системы обработки почвы в зернопаровом севообороте, 1959-1970г.

(Кирюшин В.И., Лебедева И.Н., 1972)

Система обработки почвы	Слой, см			
	0-10	10-20	20-30	30-40
Отвальная	4,61	4,58	4,18	3,43
Плоскорезная	4,90	4,76	4,05	3,44
Разница в содержании гумуса	0,29	0,18	0,13	0,01
НСР _{0,05}	0,21	0,23	0,23	0,17
Точность опыта	1,40	1,50	1,90	1,70

2. Содержание гумуса (%) в южном карбонатном черноземе в зависимости от системы обработки почвы в зернопаровом севообороте, ВНИИЗХ, 1959-1970г.

Система обработки почвы	Слой, см			
	0-5	5-10	10-15	15-20
Отвальная	4,43	4,54	4,44	4,42
Плоскорезная	4,91	4,83	4,71	4,52
Разница в содержании гумуса	0,48	0,29	0,27	0,10
НСР _{0,05}	0,32	0,23	0,29	0,32

Как показали наши исследования (Кирюшин, Ткаченко, 1986), замена вспашки мелкой плоскорезной обработкой с оставлением соломы и замена механических обработок в паровом поле гербицидами нормализует режим азота и предотвращает его потери.

Углубленные исследования трансформации органического вещества почв и круговорота веществ в природных биогеоценозах и агроценозах при различных системах обработки почвы были проведены отделом агропочвоведения ВНИИЗХ совместно с Институтом почвоведения и агрохимии СО АН СССР. Эти оригинальные работы обобщены в монографии «Агроценозы степной зоны» (А.А. Титлянова, В.И. Кирюшин и др., 1984).

В числе проблем, которым уделялось значительное внимание, было изучение дифференциации пахотного слоя по плодородию при плоскорезной обработке, проводившейся А.А. Зайцевой и И.П. Охинько. Ими было показано повышенное содержание подвижного фосфора в верхней части пахотного

слоя и снижение биологической активности нижней части. В 60-х годах эта проблема активно обсуждалась на совещаниях, проводившихся И.Б. Ревутом в Агрофизическом институте. В отличие от концепции В.Р. Вильямса в эти годы делалась попытка обосновать оборот пласта необходимостью перемещения вниз наиболее плодородной части пахотного слоя и повышения биологической активности почвы.

Эту позицию разделял С.С. Сдобников, рекомендуя прервать плоскорезную обработку вспашкой, создавая максимум питательных веществ в более увлажненной части пахотного слоя.

Многочисленные опыты Н.Г. Зинченко, И.П. Охинько на стационарах института на южном карбонатном черноземе не показали «вспышек» урожайности в результате прерывания плоскорезных обработок вспашкой в зернопаровых оборотах при оптимизации защиты посевов от сорняков. Во влажные годы урожайность была выше при отвальной вспашке, в засушливые – по плоскорезной благодаря дополнительному накоплению влаги за счет задержания снега стерней. Плоскорезная обработка уступала вспашке в урожайности при использовании повышенных доз фосфорных удобрений. Поэтому разрабатывались плоскорезные орудия для внесения минеральных удобрений. В результате был создан глубокорыхлитель-удобритель ГУН-4.

Иностранные гости, часто посещавшие Институт в Шортандах, удивлялись научным достижениям ученых, работавших в крайне тяжелых производственных и бытовых условиях. Известный канадский ученый-эрозионник Вудраф был до слез поражен блестящими экспериментами Е.И. Шиятого, выполнявшимися в самодельной аэродинамической установке, отнюдь не напоминавшей лабораторию искусственного климата в Саскачеванском университете. Теперь трудно кому-то поверить, что главным стимулом напряженной работы был энтузиазм людей. Не могу не вспомнить шортандинского Маресьева заведующего лабораторией агрохимии П.Л. Сычева. Лишенный обеих ног, он вел весьма трудоемкие полевые опыты, меняя протезы после каждой посевной кампании. Об этих и многих других замечательных ученых

– сподвижниках А.И. Бараева можно писать увлекательную повесть.

Крупные научные достижения ВНИИ зернового хозяйства в большей мере обусловлены творческой атмосферой и необычайным энтузиазмом людей, объединенных общей идеей преобразования земледелия. Разумеется, как и всякий творческий процесс, эта деятельность сопровождалась научными дискуссиями. Иногда дискуссии обострялись, приобретая личностный характер, как было в случае с заместителем директора института С.С. Сдобниковым, настаивавшем на необходимости прерывания плоскорезной обработки отвальной вспашкой с излишней категоричностью. Противоречие разрешилось со временем (как результат полевого экспериментирования) в основном в пользу А.И. Бараева по крайней мере на объекте дискуссии (южный карбонатный чернозем), а конфликт был исчерпан тем, что С.С. Сдобников возглавил Сибирский НИИ сельского хозяйства, и внес немалый вклад в развитие почвозащитного земледелия в Сибири. Позже подобным же образом укрепили руководство Алтайского НИИ сельского хозяйства П.И. Хлебовым, ранее успешно заведовавшим отделом земледелия ВНИИЗХ. А.М. Бараев всегда чувствовал грань между демократичностью в научном коллективе и вовремя предотвращал назревавшие конфликты. Это качество – важное условие успеха научной школы Бараева, так же как способность интегрировать многоплановые аспекты почвозащитного земледелия.

Весьма важно, что А.И. Бараев интегрировал агротехнологические исследования с использованием новых засухоустойчивых сортов, которые создавались академиком ВАСХНИЛ В.П. Кузьмиными его учениками (В.И. Кандауров, В.К. Мовчан и др.). Бараев не допускал обособления селекционных центров от технологических исследований, что было характерно для ВАСХНИЛ, а в дальнейшем и ее преемницы РАСХН. К сожалению, это не стало уроком для последней.

Нельзя не сказать о позиции А.И. Бараева в отношении полезащитного лесоразведения, поскольку ему приписывали отрицание такового. На самом деле он был активным приверженцем лесоразведения, восстановления лесов.

По его инициативе был создан лесной массив на выходах коренных пород на территории ОПХ ВНИИЗХ. Что же касается полезащитных лесополос, то он выступал против шаблонного их насаждения в сухой степи и преувеличения их роли в защите почв от ветровой эрозии. И оказался абсолютно прав, несмотря на многочисленные нападки.

После пыльных бурь 1969 г. в Предкавказье А.И. Бараев принимал всевозможные меры для освоения почвозащитных мероприятий, направлял сотрудников института и неоднократно выезжал сам во многие области. Он активно поддерживал известный «полтавский эксперимент», проводившийся под руководством Ф.Т. Моргуна – одного из самых последовательных приверженцев почвозащитной системы со времен ее освоения в Павлодарской области, где он работал первым секретарем обком партии. Примечательно, что этот человек, решив взять своего рода реванш за А.И. Бараева, защитил докторскую диссертацию в том самом ВУЗе, где было отказано А.И. Бараеву.

А.И. Бараев был страстным пропагандистом почвозащитной системы, что нередко вызывало раздражение оппонентов. Ему приписывали навязывание шаблонов. Это жестокая несправедливость. Мне, как заведующему отделом агропочвоведения института часто приходилось обсуждать с А.И. Бараевым проблемы дифференциации земледелия в соответствии с почвенно-климатическими условиями, чему он уделял в последние годы особое внимание. Для убедительности приведу цитату из совместной с ним статьи: «Первостепенная задача сегодня заключается в том, чтобы привести имеющийся арсенал агротехнических средств в более тесное соответствие с конкретными природными условиями... В соответствии с различными почвенными, гидрологическими, геоморфологическими и другими условиями должны изменяться система обработки почвы (характер обработки, глубина и частота), подбор и размещение культур, структура посевных площадей...» (Бараев А.И., Кирюшин В.И., 1978).

Логика развития почвозащитной системы земледелия, преломленной через многообразие природных условий, привела к необходимости освоения

зональных систем земледелия, развернувшегося в начале 80-х годов. Это и есть результат революции в земледелии, подготовленной идеями и пионерным опытом И.Е. Овсинского, Н.М. Тулайкова, Т.С. Мальцева и реализованной усилиями А.И. Бараева и его сподвижников.

Необходимо отдать должное ближайшим соратникам А.И. Бараева, посвятившим свою жизнь созданию почвозащитной системы земледелия. В их числе А.А. Зайцева, Э.Ф. Госсен, Е.И. Шиятый, М.К. Сулейменов, П.Л. Сычев, И.П. Охинько, И.Г. Зинченко, Н.М. Бакаев, А.М. Нестеренко, Ю.Б. Мощенко, А.С. Буряков, О.В. Сдобникова, А.Ф. Готовец и др.

1.4.4. Мелиорация как составная часть земледелия, мелиоративная экспансия 70-х годов XX века

Мелиорация зародилась одновременно с земледелием. Первыми видами ее были культуртехника, осушение, орошение. В России начало осушения заболоченных земель относится ко времени существования Новгородской феодальной республики и Московского княжества. К концу 19 века сложился обширный опыт гидротехнических мелиораций, положивший начало гидро-мелиоративной науки. Ее началом можно считать 1910-1912 гг., когда А.И. Войковым, В.Г. Глушковым и А.Н. Костяковым были организованы систематические наблюдения за стоком и использованием водных ресурсов на орошаемых и осушаемых землях. Этому способствовало создание при Отделе земельных улучшений Министерства земледелия Гидрометрической, а затем Гидромодульной части с сетью водомерных постов и станций.

В дальнейшем в комплексе с гидротехническими мелиорациями или наряду с ними получили развитие химические, противоэрозионные, лесные, тепловые, биологические и другие виды мелиораций. В разработке теоретических основ мелиорации особая роль принадлежит работам Л. П.Розова. Его учебник «Мелиоративное почвоведение (1936) является своего рода шедевром.

В России сложились крупные школы мелиоративного почвоведения.

Разностороннее теоретическое обоснование получила химическая мелиорация кислых почв и солонцов. Мировое признание имеет школа генезиса и мелиорации солонцов, созданная К.К. Гедройцем и развитая его последователями. Весьма широк спектр научной, учебной и методической литературы по мелиоративной оценке и мелиорации засоленных, переувлажненных и других почв. Все эти достижения интегрировались земледельческой наукой, выделилась дисциплина «Мелиоративное земледелие», которая обеспечивалась вузовскими учебниками.

Быстрыми темпами мелиорация стала развиваться после 1966 года, когда была принята первая государственная программа широкой мелиорации земель с выделением крупных капитальных вложений. За 1967 – 1985 гг. в СССР существенно возросли площади орошаемых (с 9,8 до 19,9 млн. га) и осушаемых (с 7,5 до 15 млн. га) земель. В России площади орошаемых и осушаемых земель достигли к 1985 году соответственно 5,8 и 5,0 млн. га.

Занимая 12% площади пашни и многолетних насаждений, мелиорированные земли в СССР обеспечивали производство 100% хлопка и риса, 75% овощей, 44% фруктов и винограда, 40% зерна кукурузы, 25% грубых и сочных кормов.

Стремясь ускорить развитие мелиорации в стране новыми программами, государство создало специальное ведомство – Министерство мелиорации и водного хозяйства, развернуло беспрецедентное по масштабам строительство обводнительных, оросительных, осушительных систем. Вскоре эта деятельность приобрела кампанейский характер со всеми неблагоприятными социально-экономическими и экологическими последствиями. В конечном итоге разразился скандал. Общественный протест приобрел небывало острые формы. После всенародного обсуждения государственной политики и практики мелиоративного строительства долгосрочная программа, принятая в 1984 году перестала существовать. Прекратилось строительство целого ряда каналов и мелиоративных систем.

В качестве конкретных причин низкой эффективности капитальных

вложений в мелиорацию земель (в 2,5 раза ниже нормативной) следует отметить прежде всего крайне недостаточное проведение работ по повышению плодородия осушенных и орошаемых почв; неудовлетворительное состояние значительной части мелиоративных систем и очень ограниченные объемы их реконструкции в погоне за строительством новых объектов; низкое качество проектирования и строительства мелиоративных объектов; распыление капитальных вложений по многочисленным стройкам; отсутствие действенной службы эксплуатации орошаемых и осушенных земель.

Неправильная инвестиционная политика привела к резким перекосам в структуре мелиоративного фонда. Из всего объема вложений на улучшение земель более 90 % использовалось на гидротехнические мелиорации в ущерб аграрной и социальной инфраструктуре.

Эта диспропорция привела к социально-экономическим эксцессам. Не менее печальны экологические последствия гидростроительной экспансии. Нерациональное размещение гидроузлов на реках страны, необоснованное завышение энергетическими ведомствами отметок плотин и объемов водохранилищ привели к заведомо излишнему отчуждению земель, как правило, наиболее плодородных, к огромным площадям мелководий и соответственно к усыханию и засолению пойм, ухудшению состояния нерестилищ рыб, гнездовий птиц и т. д.

Технократический подход в водохозяйственном и мелиоративном строительстве привел к тому, что экологические проблемы трактовались как чисто местные. Отсюда и появление таких «болевых точек», как Аральское море, Прикаспий.

В целом, наукоемкость мелиоративного строительства бывшего СССР оставляла желать много большего. Нередко гидротехнические системы создавались без учета почвенных условий, когда многие мелиораторы одиозного ведомства относились к почве как субстрату для фильтрации воды. Иначе как провальной трудно назвать кампанию по осушению большей части переувлажненных почв Нечерноземья, которые представлены сложными и кон-

трастными комбинациями. Их идентификация, мелиоративная оценка и понимание мелиоративных процессов требовали высокой квалификации почвоведов, которой далеко не всегда хватало. Там же, где вообще обходились без почвоведов, результаты были плачевными. Традиционной проблемой было неэффективное использование мелиорированных земель. В определенной мере это связано со слабой агрономической подготовкой почвоведов и почвенной подготовкой агрономов. Над всеми же видами мелиоративной деятельности довлела экологическая недостаточность мелиоративной идентификации земель и оценки влияния мелиорации на ландшафты.

Несообразное с почвенно-ландшафтными условиями грандиозное мелиоративное строительство, посягавшее уже на переброску части стока северных и сибирских рек на юг, привело к печальным экологическим последствиям вплоть до аральской экологической катастрофы и было прекращено под давлением общественного мнения. В дальнейшем общественный протест перерос в гипертрофированные формы, а в период реформ мелиоративные работы были свернуты до минимума. Развитие данных работ должно происходить на ландшафтно-экологической основе. При этом особо возрастает роль почвоведов. Конечным продуктом их деятельности должны быть не только почвенно-мелиоративные карты и землеоценочные материалы, но и проекты мелиорации и использования осушаемых и орошаемых земель и непосредственное участие в разработке и освоении мелиоративных технологий, как это сложилось применительно к химическим и агротехническим мелиорациям. Должна быть определяющей роль почвоведения в мелиорациях полугидроморфных и гидроморфных почв таежно-лесной зоны с их необычайным многообразием, солонцово-солончаковых комплексов и т.п.

Повышение роли почвоведов в этом деле требует усиления гидротехнической подготовки, так же как для освоения современных методов и средств мелиорации необходима более глубокая почвенная подготовка гидротехников.

1.4.5. Уроки химизации земледелия

Агрохимическая интенсификация земледелия в России развивалась с большим опозданием по сравнению с западноевропейскими странами. Помимо объективных трудностей с созданием туковой промышленности в послевоенные годы причина задержки в определенной мере была связана с упованием на травопольную систему В. Р. Вильямса как универсальный путь к продовольственному благополучию. Несмотря на такую государственную позицию, самоотверженными усилиями Д. Н. Прянишникова, его сподвижников и продолжателей развивалась агрохимическая наука. Она даже выделилась в самостоятельную научную отрасль и образовательную дисциплину. Сложилась отечественная агрохимическая школа.

В середине 60-х годов, когда в СССР был открыт путь к химизации сельского хозяйства, агрохимики развернули активную работу по научно-агрохимическому обеспечению земледелия. Были проведены тысячи опытов в хозяйствах по выявлению эффективности удобрений на почвах различных природных зон. В этом отношении исключительно важную роль сыграла Географическая сеть опытов, начало которой было положено Д. Н. Прянишниковым. В качестве связующего звена между наукой и производством по вопросам применения органических, минеральных удобрений и других средств химизации в России была создана Государственная агрохимическая служба.

В ряде научных и учебных центров, опытных и учебных хозяйствах, передовых колхозах и совхозах и целых районах были достигнуты достаточно высокие показатели химизации земледелия. В целом же, несмотря на эти достижения, опыт использования агрохимических средств в земледелии России весьма печален. Средняя окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений продукцией растениеводства была и остается одной из самых низких в мире, в частности окупаемость зерном была менее 3 кг за исключением периода освоения интенсивных агротехнологий 1986-1990 гг. После заметного сдвига урожайности сельскохозяйственных культур в конце 60-х годов, в частности

зерновых с 9,8 ц/га в среднем за 1961 - 1965 гг. до 13,0 ц/ га за 1966 - 1970 гг. установилось роковое постоянство на уровне 13 ц/ га. Оно сохранялось вплоть до 1985 года, несмотря на увеличение поставок минеральных удобрений, расширение применения органических удобрений, применение всевозможных организационных мер со стороны государства, усилия научных учреждений, научно-производственных и сервисных организаций. Вся эта огромная работа не только не достигла цели – соответствующего увеличения сельскохозяйственной продукции (не говоря уже о ее качественной стороне, оставляющей желать много лучшего), но сопровождалась возрастающими экологическими издержками. Это означает, что средства достижения цели в отношении организационного и материально-технического обеспечения оказались неадекватными. То же можно сказать и о результирующих показателях научного обеспечения химизации земледелия, если учесть, что так называемые научно-обоснованные нормативы по данным многих тысяч полевых опытов были ориентированы на окупаемость минеральных удобрений вдвое более низкую по сравнению со среднемировой и в 2-3 раза более низкую по сравнению с западноевропейской. Например, на 1985 год была рекомендована окупаемость 1 кг. д.в. минеральных удобрений 3-4 кг зерна. С настойчивостью достойной лучшего применения подобные рекомендации, хотя и несколько улучшенные (3-5 кг, преимущественно 4 кг зерна за 1 кг д.в. удобрений), воспроизводились и в последующее десятилетие. Это означает, что несмотря на многочисленные достижения агрохимической науки, практические рекомендации оказывались неадекватными.

Традиционная технологическая отсталость АПК объясняется не только социально-экономическими причинами, но и серьезными изъянами научно-организационного характера. Парадокс этой отсталости при наличии мощной сельскохозяйственной науки в стране и многих ее достижений, признанных в мире, объясняется крайне слабой интеграцией научно-исследовательской деятельности и отсутствием сколько-нибудь удовлетворительной проводящей сети научно-технического прогресса.

Технологическая анархия на фоне социально-экономических противоречий, шаблонов, кампанейщины определила крайне низкую эффективность использования ресурсов.

Государственная технологическая политика, которая должна была бы создавать условия для снабжения товаропроизводителя современными технологиями и комплексного обеспечения производственными ресурсами, постоянно подменялась так называемыми "Государственными программами повышения плодородия почв". "Расширенное воспроизводство плодородия почв", создание высокоплодородных почв "агроземов" декларировались как задача государства. Агрохимическая и другие государственные службы на средства госбюджета проводили кампании по известкованию почв, фосфорированию, гипсованию почв, внесению торфа, торфокомпостов и т.п., не соотносясь в должной мере с потребностями растений. Цель (получение урожая конкретных культур) подменялась средством по принципу: создай плодородную почву, а затем можно выращивать что угодно. Так и крутилась машина "Сельхозхимии", меряя свои успехи гектарами произвесткованных или зафосфоризованных почв, как говорили "от колеса".

Между тем, каждая сельскохозяйственная культура, как известно, требует своих определенных условий возделывания, в том числе почвенных. Соответственно плодородие почвы должно регулироваться по принципу последовательного устранения факторов, ограничивающих возделывание данной культуры. Разумеется, эта задача должна решаться в процессе выполнения агротехнологии одновременно с регулированием продукционного процесса растений в агроценозах. Именно агротехнологии как интегрированные системы возделывания сельскохозяйственных культур лежат в основе мирового агропромышленного производства, и они ничего общего не имеют с традиционными для России наборами мероприятий: сегодня агрохимических по повышению плодородия почвы, завтра фитосанитарных и т. п. Чего стоит один только КАХОП, когда "Сельхозхимия" "под ключ" сдавала поле после "капитального ремонта". Накормленные растения чаще всего затем забывали

защитить от болезней, вредителей, сорняков. Можно продолжать перечень несуразностей в технологическом обеспечении агропромышленного производства, которые приводили к чудовищной его затратности. Важнейшая причина – отсутствие механизма интеграции как в научном, так и в материально-техническом обеспечении АПК.

Подробный разбор причин такого печального явления сделан нами ранее (Кирюшин В.И., 2000). В дополнение следует отметить слабую технологическую подготовку агрономов, как полеводов, так и агрохимиков и разобщенность исполнения агротехнологий. При этом агрохимики были плохо подготовлены по земледелию, а земледелы по агрохимии и почвоведению. Операции по внесению удобрений выполнялись отрядами «Сельхозхимии» на сервисных началах, что отнюдь не способствовало целостности технологического процесса. Примечательно, что в Белоруссии, достигшей удвоения урожайности в 70-80 годах, агрохимический сервис ограничивался доставкой удобрений в хозяйства, а технологии возделывания полевых культур выполнялись агрономами-агрохимиками. По инициативе Т.Н. Кулаковской, возглавлявшей Белорусский институт почвоведения и агрохимии, была организована подготовка и переподготовка таких специалистов на основе комплексных технологических рекомендаций.

В целом же в стране «Сельхозхимия» превращалась в монополию с ведомственными интересами. Все это так или иначе связано с обособлением агрохимии как науки и как образовательной дисциплины. По всей видимости не случайно в большинстве стран такого выделения агрохимии нет, хотя проблемы питания растений и использования удобрений разработаны достаточно глубоко.

Таким образом, агрохимическое обеспечение земледелия («Сельхозхимия») сложилось по такому же монопольному типу, как техническое (МТС, затем «Сельхозтехника») и мелиоративное (Минводхоз) со всеми вытекающими последствиями. Порочность такой организации производственно-ресурсного и технического обеспечения земледелия в большой мере связано

с неудовлетворительным научно-организационным обеспечением. В случае агрохимического обеспечения парадокс особенно красноречив: на одном полюсе мощная агрохимическая наука с ее достижениями – на другом самая низкая в мире эффективность применения минеральных удобрений.

Не случайно в России прижился термин «химизация земледелия (сродни термину «внедрение) с оттенком насилия. Он отражает характер кампаний по агрохимической интенсификации земледелия.

1.4.6. Разработка и освоение зональных систем земледелия

К началу 80-х годов усилилось осознание обществом экологических последствий хозяйственной деятельности. На это же время приходится определенное улучшение руководства сельским хозяйством в связи с приходом на пост Секретаря ЦК КПСС по сельскому хозяйству М.С. Горбачева. Им были осмыслены уроки деградации земель в результате экстенсивного использования на востоке страны и чрезмерной техногенно-химической нагрузки в Молдавии, Средней Азии. Эти уроки стимулировали поиск возможностей экологизации земледелия. Сложились определенные научные предпосылки и практический опыт. Первым крупным прорывом к экологизации и дифференциации земледелия были созданные к этому времени системы земледелия Т.С. Мальцева и А.И. Бараева, заставившие пересмотреть многие традиционные представления земледелия.

В 70-х годах шло довольно интенсивное распространение почвозащитной системы земледелия в Сибирь и поступательное движение ее в Зауралье, Поволжье, ЦЧО, Кавказ. В отличие от многих традиционных кампаний это движение не было традиционно шаблонным. Многое было сам А.И. Бараев отмечал, что « применение почвозащитной системы земледелия, разработанной коллективом ученых ВНИИЗХ, преобразило зерновое хозяйство в степной зоне Казахстана и Сибири только потому, что в основу ее создания были положены ведущие природные факторы. Между тем их многообразие не исчерпывается существующим вариантом почвозащитной системы». (Бараев

А.И., Кирюшин В.И., 1978).

Действительно по мере испытания почвозащитной системы в различных регионах страны появились новые ее варианты, или местные системы земледелия приобретали новое содержание.

В те же 70-е годы под руководством А.Н. Каштанова были организованы исследования по разработке контурно-мелиоративных систем земледелия. В.И. Кирюшиным была разработана система земледелия на солонцовых землях Северного Казахстана и Западной Сибири.

Начавшийся процесс экологической дифференциации земледелия в стране был поддержан государственным и партийным руководством. На государственном уровне было объявлено освоение зональных систем земледелия. Областные сельскохозяйственные органы, зональные научные учреждения и сельскохозяйственные ВУЗы обобщили местный опыт земледелия с учетом новейших достижений науки и подготовили методические руководства по освоению зональных систем земледелия. В большинстве областей были изданы книги под названием «Зональные системы земледелия» с развернутыми рекомендациями, включавшими разделы: природно-сельскохозяйственное районирование, структура посевных площадей и севообороты, системы обработки почв и борьба с сорняками, мероприятия по предотвращению водной и ветровой эрозии почв, система применения удобрений, химическая мелиорация почв, защита растений от болезней и вредителей, сорта и семеноводство, кормопроизводство, овощеводство, механизация процессов в земледелии, технологические системы возделывания сельскохозяйственных культур.

В 1980-1981 г.г. развернулась активная работа по обучению специалистов системам земледелия, интенсифицировалась деятельность научных учреждений, получило развитие полевое многофакторное экспериментирование, развивалось моделирование систем земледелия. Особый размах эти работы приобрели в Сибири под руководством сибирского отделения ВАСХНИЛ и в частности Сибирского НИИ земледелия и химизации сель-

ского хозяйства. Первыми были изданы «Зональные системы земледелия Новосибирской области» (1982). В 1983 году была предложена группировка зональных систем земледелия Сибири, приуроченных к основным категориям земель (Кирюшин В.И., 1983).

Пятилетний период развития и теоретического обоснования систем земледелия (1981-1986 гг.) нашел отражение в интересной и полезной дискуссии, организованной главным редактором журнала «Земледелие» В.А. Ивановым по инициативе А.М. Лыкова. Лейтмотив дискуссии: дифференциация земледелия и развитие системного подхода. В плане этой дискуссии нами была предложена концепция зональных систем земледелия (Кирюшин В.И., 1988) с учетом нового опыта. Несколько позднее отдельной брошюрой была опубликована «Методологическая концепция развития земледелия в Сибири» (Кирюшин В.И., 1988). В этой концепции было обосновано требование к зональной системе земледелия как экологически обусловленной. Название «зональная» весьма условно, ибо оно распространяется не на всю природную зону страны, а на ее часть, ограниченную регионом, провинцией или округом, которая характеризуется общностью природных факторов, обуславливающих определенную структуру использования сельскохозяйственных угодий и технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Наряду с природными условиями важное значение в формировании системы земледелия придавалось социально-экономическим, политическим и другим факторам, определяющим производство той или иной продукции. Определение системы земледелия включало задачу удовлетворения общественных потребностей в продуктах в качестве главной целевой установки.

Важное условие, определяющее содержание системы земледелия, - уровень интенсификации. При этом обращалось внимание на недопустимость истолковывания интенсификации лишь как концентрации ресурсов в расчете на единицу площади безотносительно к эффективности их использования. Увеличение производственных ресурсов создает определенный потенциал интенсификации, который реализуется лишь при использовании

прогрессивных технологий, совершенных форм организации труда, новейших достижений научно-технического прогресса. В противном случае земледелие оказывается интенсивно затратным по своей сути и экстенсивным по результатам.

Отмечалось, что безусловным требованием к современной зональной системе земледелия должно быть соответствие ее содержания и продуктивности уровню обеспеченности производственными ресурсами, регламентированное технологическими и экономическими нормативами. Разным уровням обеспеченности производственными ресурсами отвечают различные варианты зональной системы земледелия и даже разные системы земледелия. Например, кормопарозерновая система земледелия северной лесостепи Сибири трансформируется в кормозерновую при повышении обеспеченности пашни удобрениями и гербицидами до определенного уровня.

Реализация производственного потенциала должна контролироваться путем сопоставления фактического использования ресурсов с нормативным.

Таким образом, зональная система земледелия была определена нами как система использования земли, обеспечивающая экономически обусловленную продуктивность в соответствии с общественными потребностями, природными и производственными ресурсами на нормативной основе, повышение плодородия почв, предотвращение деградации и загрязнения ландшафтов.

Освоение зональных систем земледелия к 1985 году приобрело значительное ускорение, а с Перестройкой получило новый импульс. Этому способствовало развитие новых экономических отношений, в особенности введение хозрасчета, а также организация новых форм освоения научных достижений и передового опыта, каковыми стали научно-производственные системы (НПС).

Сначала создавались НПС в основном по зерновым культурам, но затем это движение охватило и другие отрасли сельского хозяйства и всего АПК. Характерно, что в качестве предмета внедрения в НПС и ПС выступали

не отдельные прогрессивные приемы и методы работы, а, как правило, комплексные научно-технические разработки, требующие для своего освоения налаживания длительных связей науки с производством. Практика показала, что такие связи обеспечиваются в научно-производственных системах, создаваемых на базе научно-исследовательских учреждений при активном участии агропромышленных комитетов. Научное учреждение, являющееся головным в системе, реализует за определенную плату сельскохозяйственным предприятиям-участникам системы свою научную разработку, помогает им ее осваивать и совершенствовать. Колхозы, совхозы и другие сельскохозяйственные предприятия — потребители (покупатели) научных разработок — входили в системы на добровольных началах. Между ними и головным научным учреждением заключался договор на хозрасчетных принципах при взаимной заинтересованности. Аналогично формировались производственные системы (ПС), где головными предприятиями выступали передовые хозяйства, успешно освоившие прогрессивные технологии и способные организовать их внедрение в других хозяйствах — участниках системы. НПС и ПС — полностью самостоятельные формирования, самостоятельность сохранялась и за всеми их участниками.

Хозрасчетные отношения в НПС и ПС способствовали применению принципов подряда в организации труда в колхозах и совхозах, ибо подрядные коллективы, особенно коллективы интенсивного труда, были наиболее восприимчивы к научным достижениям.

Первые такие коллективы в порядке эксперимента были созданы академиком ВАСХНИЛ Н.В. Краснощековым в совхозе «Большевик» Ордынского района и ОПХ «Кочковское» Новосибирской области в 1987 году. Затем в рамках Сибирского отделения ВАСХНИЛ им была развернута большая научно-исследовательская программа по изучению различных форм организации труда (коллективных, индивидуальных, подрядных и др.) и разработке их технологического и технического обеспечения. Эти работы имели исключительно важное значение для строительства новой экономики в условиях

объявленной Перестройки. Их результаты осмысливались руководством страны. Их поддерживал тогдашний президент ВАСХНИЛ академик А.А. Никонов. К сожалению, в дальнейшем из всего разнообразия намечавшихся хозяйственных укладов им была слишком переоценена фермерская модель.

Совместно с Н.В. Краснощековым (Краснощекоев Н.В., Кирюшин В.И. 1988) нами разрабатывались формы производства и агротехнологии, адаптированные к различным трудовым коллективам, в особенности подрядным.

В результате освоения зональных систем земледелия заметно возросло производство сельскохозяйственной продукции в тех областях, где им уделялось серьезное внимание, уменьшилась интенсивность процессов водной и ветровой эрозии, улучшились экономические показатели.

При всем значении проведенной работы агроэкологическая дифференциация земледелия была далека от оптимальной. Разрабатывавшиеся проекты внутрихозяйственного землеустройства страдали шаблонами. Несоразмерные поля, унифицированная агротехника, разобщенность элементов земледелия продолжали оставаться причиной низкой эффективности земледелия и деградации земель.

1.4.7. Кампания по освоению интенсивных технологий возделывания полевых культур

Данная кампания явилась своеобразным откликом на достижения мировой технологической революции 70-80-х годов. Первые супертехнологии возделывания озимой пшеницы были созданы в Бельгии и Германии. Их применение обеспечивало в производственных условиях урожайность озимой пшеницы 70-100 ц/га. Вслед за ними было создано множество новых агротехнологий. Такая технологическая революция позволила западноевропейским странам в 80-х годах перейти рубеж средней урожайности зерновых 50 ц/га, а пшеницы 60 ц/га.

На этом фоне руководством страны была сделана попытка использовать западноевропейский опыт для интенсификации зернового хозяйства. В

качестве объектов внедрения были определены ряд регионов, в том числе Зауралья и Западной Сибири, где минеральные удобрения практически не применялись. Кампанию возглавил Секретарь ЦК КПСС по сельскому хозяйству В.П. Никонов, имевший опыт руководства сельским хозяйством и, в частности, агрохимическим обслуживанием. Надо отдать должное компетентности и решительности этого руководителя и его благим намерениям вывести страну из агротехнологической отсталости.

Кампания проводилась по традиционным партийным правилам. Они обычно осуждаются, но нередко по этим правилам удавалось выходить из трудных ситуаций, как это было в случае с преодолением ветровой эрозии на востоке страны, которая была по сути экологической катастрофой. Были шансы и у этого начинания, тем более, что задача технологической модернизации земледелия не имела альтернатив.

Примечательно, что В.П. Никонов обратился к руководству ВАСХНИЛ за поддержкой, но первоначально не был понят. Не дожидаясь понимания, он организовал подготовительную работу на основе агрохимической службы и других организаций. В короткий срок были подготовлены методические рекомендации, организовано обучение руководителей всех рангов, в том числе за рубежом, привлечены иностранные компании по производству агрохимических средств с опытными консультантами. Была оперативно организована поставка удобрений и пестицидов на места. Созданы штабы различных уровней, налажена система жесткого партийного и государственного контроля.

На местах возникло немало трудностей, особенно с защитой растений, использованием набора уникальных пестицидов, поступавших из-за рубежа. Особая ответственность легла на зональные институты сельского хозяйства, которые интегрировали зарубежный опыт с местными условиями. В частности, в Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, благодаря системе ранее заложенных многолетних многофакторных экспериментов в различных природных зонах и испытанию новейших агрохимических средств, были созданы «собственные» модели интенсивных агротехнологий с

соответствующими нормативами применения удобрений и пестицидов. Они были ориентированы на получение планируемых урожаев с учетом более полного использования природных ресурсов (тепла, влаги, почвенных условий) при оптимальной обеспеченности материально-техническими средствами и интеграции достижений науки и передового опыта.

Содержание интенсивных технологий включало:

- возделывание высокоурожайных сортов интенсивного типа, способных формировать зерно высокого качества;
- размещение пшеницы по лучшим предшественникам в рациональных севооборотах;
- осуществление комплекса мероприятий по защите почвы от ветровой и водной эрозии, накоплению и рациональному использованию влаги;
- оптимизацию минерального питания растений, включая дробное внесение удобрений в течение вегетации на основе оперативной диагностики, применение ретардантов для предотвращения полегания посевов;
- интегрированную защиту посевов от сорняков, вредителей и болезней;
- систему ускоренного проведения уборочных работ и послеуборочной обработки зерна;
- систему мероприятий по заготовке зерна, удовлетворяющего требованиям ГОСТ на сильную и твердую пшеницу;
- применение подрядных принципов организации труда.

Важно отметить, что ко времени освоения интенсивных агротехнологий сложился определенный опыт расчета доз удобрений на планируемую урожайность по методике И.С. Шатилова и М.К. Каюмова.

К этой работе были подключены зональные НИИ по сельскому хозяйству и сельскохозяйственные ВУЗы. В Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, например, было организовано обучение главных

агрономов Новосибирской области интенсивным агротехнологиям, проводились регулярные консультации по проектированию и освоению зональных систем земледелия, в некоторых районах были организованы технологические центры по консультированию специалистов, ученые института дежурили на телефонных «горячих» линиях в период консультирования летних работ по защите растений. В трех опытных хозяйствах института была развернута сеть производственных и демонстрационных опытов (помимо научных) для обучения агротехнологиям специалистов хозяйств.

К этому времени в институте сформировался актив из талантливых, разносторонних ученых А.Н. Власенко, В.И. Овсянникова, А.И. Южакова, В.А. Чулкиной, Л.Н. Иодко, Ю.П. Филимоновой, А.Я. Жежера, Н.Н. Горбунова, М.В. Штерншис, И.Н. Кирюшиной, Г.И. Ткаченко, Л.П. Антипиной, И.Н. Шаркова, Н.В. Семендяевой, оставивших яркий след в этой работе.

Благодаря освоению интенсивных агротехнологий средняя урожайность озимой пшеницы по России увеличилась до 28,1 ц/га за 1986-1990 гг. против 20,1 в предыдущее пятилетие (1981-1985 гг.). В Сибири изменилось представление о возможной продуктивности зерновых культур. Ряд хозяйств получили урожайность яровой пшеницы более 30 ц/га. В производственных опытах СибНИИЗхим урожайность ее достигала 50 ц/га.

Революционизирующее значение кампании трудно переоценить. Однако кампания есть кампания. Заданный темп освоения технологий при слабой подготовленности большинства специалистов всех уровней не могли не сказаться на качестве работ. Наиболее слабым звеном было внесение пестицидов в связи с низким качеством отечественных опрыскивателей, особенно распылителей. Это приводило не только к снижению экономической эффективности, но и к загрязнению продукции и окружающей среды. Последнее обстоятельство получило довольно бурный общественный резонанс. Его довели до спекулятивного абсурда рвавшиеся к власти политики. Это было время начинавшихся смутных реформ. Проявило уклончивую гибкость руководство ВАСХНИЛ. Так или иначе, к 1992 году эта огромная и важная рабо-

та вместо совершенствования и развития была спущена на тормозах. Анализ этой ситуации представлен в книге (Кирюшин В.И., 2000).

1.4.8. Противоречия интенсификации земледелия

Развитие земледелия исторически связано как с расширением возделываемых земель, так и с интенсификацией производства. То и другое приводило к неблагоприятным экологическим последствиям. Следствием земледельческих экспансий, особенно кампанейских (подобных освоению Великих равнин в США в начале 20 века или освоению Целины в СССР в середине того же века) явилось ухудшение водного режима территорий, развитие водной эрозии, дефляции, дегумификации почв, ухудшение их свойств. В результате интенсификации (химизации, мелиорации, воздействия техники на почвы и ландшафты и т.д.) спектр негативных последствий значительно расширился. На первый план вышли проблемы загрязнения окружающей среды, усиленные влиянием отходов и выбросов промышленности и энергетики на агроландшафты.

Понимание глобальной экологической опасности антропогенных экспансий в первую очередь наступило в наиболее развитых странах. Оно пришлось на расцвет агротехнологической революции 70-х годов. Следует подчеркнуть, что в это же время активизировались различные формы общественного протеста против экологических рисков интенсификации, в особенности пропаганда альтернативных вариантов земледелия.

Эти формы не получили широкого развития, заняв некую нишу, но оказали влияние на поиск оптимальных путей развития земледелия, интегрирующих различные средства (химические, биологические и др.) при усилении природоохранной деятельности. В результате в западно-европейских странах при возрастающей урожайности и повышении качества продукции существенно сократился расход удобрений на единицу продукции и риск загрязнения окружающей среды. В Англии, Франции, Германии превзойден рубеж средней урожайности зерновых 8 т/га и в тоже время принимаются действен-

ные меры по экологизации сельского хозяйства, включая ландшафтный дизайн. Государства ведут активную агроэкологическую политику, дотируя и производство продукции, и различные мероприятия по облагораживанию агроландшафтов. В США усилиями правительственных организаций выведено из активного сельскохозяйственного оборота более 20 млн. га пахотных земель, ранее подвергшихся эрозии.

При высоких темпах интенсификации в земледелии этих стран сокращаются экологические риски за счет повышения наукоемкости и соответственно точности агротехнологий и адаптированности их к агроэкологическим условиям. В то же время у части населения проявляется недоверие к продукции интенсивного земледелия.

В странах с менее развитой экономикой экологические риски интенсификации усиливаются, возрастают экологические издержки производства. В России сильно затянулся период экстенсивного земледелия, ориентированного на эксплуатацию естественного плодородия почв, а интенсификация осуществлялась в специфичных директивных, кампанейских формах, отличавшихся высокой затратностью, низкой эколого-экономической эффективностью.

После кампании освоения интенсивных агротехнологий негативная реакция общественности переросла в массовый агрохимический нигилизм. Общественное мнение сильно искривилось в сторону издержек «интенсификации», хотя основной ущерб наносился деградацией почв вследствие в основном экстенсивного земледелия. Термин «интенсификация» взят в кавычки, поскольку вложение производственных ресурсов не давало адекватных результатов, что означало технологическую несостоятельность. Таким образом, широко укоренилось общественное представление о том, что интенсификация земледелия и поддержание определенной экологической обстановки несовместимые категории.

Между тем перспектива развития земледелия в мире связана одновременно с его интенсификацией и экологизацией. Они безальтернативны при

условии правильного понимания этих понятий.

Прежде всего следует уточнить термин «интенсификация земледелия» исходя из его первоначального смысла. Интенсификация земледелия – это повышение продуктивности земли с использованием достижений научно-технического прогресса. С позиций новой парадигмы интенсификация земледелия становится адаптивной и корректируется требованиями оптимального природопользования.

1.4.9. Альтернативные системы земледелия

Различные варианты альтернативного земледелия - это не только формы протеста против его интенсификации, в особенности химизации, и избегания рисков загрязнения продукции и окружающей среды. Большинство их несет определенную идеологическую нагрузку, социальную, экологическую, религиозную.

Старейшее направление альтернативного земледелия - биодинамическое – основано Рудольфом Штайнером в 1924 году как выражение созданного им мистического учения антропософии.

Основные положения биодинамического земледелия практически не изменились за его почти вековую историю. Но формы и тактика их реализации корректируются с учетом реалий каждого исторического периода. В 2001 г. в программном документе Биодинамической ассоциации Великобритании, основанной в 1928 г., говорится, что эти принципы представляют собой уникальный вариант органического земледелия, который принимает во внимание и работает с «жизненными силами», используя разработанные препараты природного происхождения и учитывая влияние планет и звезд. Каждая форма рассматривается как живой организм, который является частью биосферы Земли. Ее границы, подобно коже человека или шкуры животных, обозначают границы с окружающим миром. Эти границы вне зависимости от размеров ферм ограничивают пределы, в которых функционирует ферма и где должно поддерживаться плодородие. «Организм фермы» в максимальной

степени должен использовать собственные ресурсы для земледелия и животноводства. Отсюда следует, что количество скота определяется исходя из собственных ресурсов зерна, трав и грубых кормов. В свою очередь, животноводство должно обеспечить поддержание плодородия и жизненных сил почвы.

Подлинно устойчивая ферма должна также включать природные экосистемы (леса, луга, болота и т.д.) как составные части агроландшафтов. Их наличие важно в равной степени для фермы и ее окружения. Жвачные животные по своей природе должны кормиться преимущественно грубыми и сочными кормами.

При размещении сельскохозяйственных культур принимаются во внимание рельеф, климат, почвы, а также более отдаленные внеземные взаимодействия. Отдается предпочтение смешанным посевам. Биодинамики стремятся в максимально возможной степени использовать все возобновляемые источники энергии, а тракторы рассматривают как вынужденный компромисс. Перспективным источником энергии считается лесоразведение, поскольку оно сможет обеспечить сельскую местность древесиной. В социальной сфере пропагандируются такие экономические отношения, которые покончили бы с эксплуатацией первичных производителей (фермеров), окружающей среды и развивающихся стран.

По представлениям последователей биодинамического сельского хозяйства, рынок в его существующем виде не может быть конечным арбитром. Так называемый свободный рынок принуждает первичных производителей соглашаться с предельно низкими ценами на их продукцию. Нужны альтернативные решения, в том числе фермерские рынки, прямые контакты с потребителями и т.п. Это семена новой экономической этики, основанной на взаимной поддержке, а не выживании наиболее приспособленных.

Каждый человек, живущий на Земле, имеет право на использование ее ресурсов, чтобы поддерживать достойное существование, не ущемляя прав последующих поколений. Одним из условий этого является честная торговля,

каковой современная свободная торговля не является. Необходимо всемерно стимулировать местное производство и потребление продовольствия, ограничив импорт только теми продуктами, которые не могут тут выращиваться. Очень позитивными шагами вперед, говорится далее в программе Биодинамической ассоциации, были бы реформа мировой финансовой системы, отказ от нерегулируемого денежного рынка и введение налога на спекуляции. «Важнее всего, чтобы мы фундаментально изменили существующую систему ценностей, в которой богатство и собственность значат больше, чем индивидуальная свобода, подлинная демократия и социальная совесть» (Biodynamic Agricultural, 2001). Данная идеология имеет определенный политический смысл и ориентирует не столько на экономические показатели хозяйствования, сколько на моральное удовлетворение от соблюдения высоких этических норм в отношениях с природой и обществом.

Биодинамическое земледелие имеет изотерический характер, оно основывается не на науке, а на вере в антропософию. Оно для посвященных в эту веру.

С учением Штайнера перекликается восточное религиозно-мистическое земледелие Масанобу Фукуока. Будучи апологетом буддизма махаяны, он рассматривает сельское хозяйство как духовный путь. «Основная цель земледелия - не выращивание культур, а культивация и совершенствование человеческих существ» - говорит Фукуока.

Фукуока сформулировал 4 принципа:

- отказ от рыхления почвы;
- отказ от химических удобрений;
- отказ от прополки путем вспашки или обработки гербицидами;
- отказ от химических средств защиты.

Следует отметить, что движение Фукуока имеет глобальный характер, внедряется на разных континентах; созданы специализированные институты, его книги печатаются большими тиражами и выходят на разных языках мира. Существуют также другие религиозно-мистические азиатские школы земле-

деля.

Особое место среди сторонников биологического земледелия занимает Альберт Ховард. Он не признавал теософии Р. Штайнера, был ученым, до 30-х годов работал в Индии, где создал и возглавил научно-исследовательский институт. Ховард противопоставлял моделям земледелия Запада и плантационным хозяйствам в колониях многовековой опыт крестьянского хозяйства южной и юго-восточной Азии. В числе достоинств азиатской модели земледелия Ховард выделял непереносимое сочетание растениеводства и животноводства, биоразнообразие возделываемых видов и сортов, смешанные посевы, важную роль бобовых культур, поверхностную обработку почвы (соха и не могла рыхлить ее глубоко), тщательность ухода, проведение всех агроприемов в оптимальные (порой крайне сжатые) сроки, небольшие размеры полей и др.

Он разрабатывал и пропагандировал биологические методы интенсификации земледелия. В частности, Ховардом разработана технология приготовления компостов, получившая название индорской. Она рассчитана на крестьянские хозяйства и включает сбор всех отходов, использование подстилки для скота с целью сбора кала и мочи, специальные режимы компостирования. Распространению взглядов Ховарда в северной Америке активно способствовали Джей Родейл, владелец одноименной издательской компании.

В целом можно согласиться с авторами одного из обзоров проблемы органического земледелия (Горчаков Я.В., Дурманов Д.Н., 2002), что движение органического сельского хозяйства – это в равной степени жизненная философия и метод производства. В начале XX века практически все продовольствие производилось без коммерческих удобрений и пестицидов по той простой причине, что они были недоступны. Органические технологии диктовались не философией, а необходимостью. Но некоторые продолжили эту практику и в последующие десятилетия - уже не по необходимости, а по сознательному выбору. Именно они стали идеологами и проводниками органи-

ческого движения.

Оно развивалось изолированно от генеральной линии земледелия и до конца 80-х годов использовало автономные сети реализации продукции. Его сторонники рассматривали органическое земледелие в большей степени не как источник благосостояния, а как претворение в жизнь морально-этических идеалов и социальной ответственности. Они считали себя состоящими на службе у природы. К такой же гармонии они стремились в отношениях с другими фермерами (не конкуренты, а соратники), с потребителями их продукции (личные контакты, чувство единения, а не прибыль).

Понимание в этой среде качества жизни кардинально отличалось от общепринятого жизненного уровня. Экономическое, экологическое и социальное измерения взаимосвязаны и должны находиться в гармонии. Эти мировоззренческие аспекты, а не технологические приемы, выражают принципиальную идеологическую сущность органического земледелия.

Следует подчеркнуть, что приоритет философского начала имеет место не во всех моделях органического земледелия или школах, таких как биодинамическое земледелие Р. Штайнера или азиатские школы Фукуоки, Огата и др. Для них действительно органическое земледелие имеет ценность не само по себе, а как инструмент претворения в жизнь идеологических установок. Истоки такого дуализма можно без труда проследить в истории западной и восточной философии, или в деятельности радикальных сект различных конфессий. Наверное, именно по этой причине данные направления в органическом земледелии не стали массовыми. Даже старейшему из них учению Штайнера последовало всего около 3000 фермеров в десятках стран. И это при исключительно активной пропаганде принципов и методов биодинамики.

При всей своей давней истории современный экономически значимый органический сектор в мировом земледелии сложился в 80-90-х годах XX века. Термин «органическое земледелие» стал наиболее распространенным. В качестве синонимов используются термины «биологическое» и «экологиче-

ское». Это понятие с годами приобретает все более емкое природоохранное содержание. Я.В. Горчаков и Д.Н. Дурманов (2002) приводят эволюцию определений органического земледелия в терминах, используемых в Министерстве сельского хозяйства США соответственно в 1980, 1995 и 2000 годах. Фрагменты их мы приводим.

Органическое сельское хозяйство - это система производства, которая исключает использование синтетически произведенных удобрений, пестицидов, регуляторов роста и синтетических кормовых добавок для скота.

Органическое продовольствие производится фермерами, которые в своей практике подчеркивают использование возобновляемых ресурсов и сохранение почвы и воды, чтобы повысить качество окружающей среды для будущих поколений.

Органическое продовольствие производится без использования синтетических пестицидов, биологической инженерии, радиации, синтетических удобрений, произведенных из нефти, удобрений на основе сточных вод. Прежде чем товар может быть маркирован как органический, уполномоченная правительством инспекция осматривает ферму, где производится продовольствие, чтобы удостовериться, что фермер выполняет все правила, необходимые для соответствия органическим стандартам Министерства сельского хозяйства США.

Органическое сельское хозяйство - это экологическая система производства, которая поддерживает и увеличивает биоразнообразие, биологические циклы и биологическую активность почвы. Она основана на минимальном использовании ресурсов вне фермы и на технологиях, которые сохраняют, поддерживают и улучшают экологическую гармонию.

Руководящий принцип органического производства - использование материалов и технологий, которые способствуют экологическому балансу природных систем и интегрируют систему сельского хозяйства в единое экологическое целое.

В России внимание к органическому земледелию проявилось после

кампании по освоению интенсивных агротехнологий, точнее после охлаждения к ней. Оно имело неадекватный характер, нередко спекулятивный, когда чиновники, в том числе от науки, упрощенно воспринимая эту категорию, грозили «завалить мир экологически чистым зерном» без применения «химии» и т.п. На самом деле они скрывали за этими фразами свою технологическую беспомощность и невежество. Тогда в начале 90-х годов по России бродил некий призрак альтернативного (дешевого, необременительного) земледелия как синдром недоверия к минеральным удобрениям и пестицидам, переросший в дальнейшем в агрономический нигилизм. Эта картина была представлена нами как очередной миф (Кирюшин В.И., 2000). В то же время была показана ниша органического земледелия: производство детского питания, производство овощей в условиях достаточной обеспеченности органическими удобрениями и др. В правительственных органах делались попытки законодательно поддержать органическое земледелие в России. Они вполне оправданы так же как и государственная поддержка наукоемких агротехнологий без противопоставления и иллюзий.

Часть II

**Теоретические основы адаптивно-
ландшафтного земледелия**

2.1. Смена парадигмы природопользования на грани 20-21 веков

Серьезным импульсом к разработке теории адаптивно-ландшафтного земледелия явилась стратегия устойчивого развития человечества и биосферы, принятая на Конференции глав государств и правительств в Рио-де-Жанейро в 1992 году. Термин «устойчивое развитие» нередко критиковали, однако он позволяет достаточно точно, хотя и в самой общей форме, сформулировать критерии разумного развития человечества: «это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способности будущих поколений удовлетворять свои потребности. Устойчивое развитие предполагает социальную справедливость, экономическое развитие и высокое качество окружающей среды» (Программа действий...1993). Для оценки развития Комиссия ООН по устойчивому развитию рекомендовала использовать 54 показателя, в том числе равенство (бедность), здоровье, образование, безопасность, землепользование, биоразнообразие, экономическую структуру, потребление и производство, науку и технологии, международное сотрудничество.

Спустя 10 лет после Рио-де-Жанейро на конференции ООН в Йоханнесбурге в соответствии с этими показателями был дан анализ основных тенденций развития общества и изменений окружающей среды. При отсутствии существенных изменений по большинству показателей были, тем не менее, отмечены некоторые положительные сдвиги, в том числе: уменьшение детской смертности, повышение калорийности питания в развивающихся странах, развитие образования и повышение грамотности населения. В развитых странах после 1990 года впервые в истории произошло снижение удельного потребления энергии, что связано с внедрением энергосберегающих технологий и, несомненно, должно рассматриваться как знаменательный положительный факт. С другой стороны, в развивающихся странах происходит рост потребления энергии, что вполне оправдано, поскольку для развития этих

стран, безусловно, необходимо большее потребление энергии.

За последние 10 лет существенно выросло использование энергии из возобновляемых источников - в развивающихся странах на 19%, а в развитых на 27%. Существенно увеличилась площадь охраняемых территорий. В некоторых странах статус охраняемой территории получило более трети общей площади данной страны (в Дании 32%; в Венесуэле 35,4%, в Эквадоре 42,6%).

Оценку позитивных изменений нельзя ограничить лишь формальными показателями. По многим направлениям создаются предпосылки, закладываются основы решения важнейших проблем. Так, за это время заключены многие международные соглашения, направленные на улучшение качества окружающей среды и развитие, в том числе такие важные, как Конвенции ООН по сохранению биоразнообразия, по борьбе с опустыниванием.

Серьезные, но трудно оцениваемые формальными показателями позитивные сдвиги произошли в сознании людей и в вовлечении более широкого круга жителей планеты в обсуждение самых сложных проблем современности. Создано и успешно работает огромное количество общественных неправительственных организаций в области развития, существенно увеличилась роль местных органов власти в обсуждении и решении насущных проблем. Во многих странах удалось наладить диалог различных слоев общества, которые ранее вообще не понимали друг друга: правительственных чиновников, ученых, бизнесменов, представителей общественных организаций и средств массовой информации. В качестве примера можно привести созданный в Канаде постоянно действующий Круглый стол с участием представителей всех этих секторов.

На саммите в Йоханнесбурге было принято два документа. Первый - «Политическая декларация», в которой подчеркивается приверженность мирового сообщества действиям в духе устойчивого развития и сотрудничества. Во втором документе - «Плане осуществления решения Всемирного саммита по устойчивому развитию» предложены необходимые мероприятия по всем

направлениям обеспечения устойчивого развития.

Важнейшими проблемами устойчивого развития является повышение эффективности использования природных ресурсов и регулирование численности населения планеты. Существует некий порог экономического развития, преодолев который, страна качественно повышает эффективность использования ресурсов. Он отмечается при достижении уровня ВВП на душу населения около 3 тыс. долларов. Именно при таком уровне становится возможным оптимизировать структуру экономики, внедрять новые технологии, проводить другие инновации, повышающие эффективность использования ресурсов (Глазовский Н.Ф., 2003).

При этом же условии настолько повышается уровень благосостояния, здравоохранения и образования, что происходит значительное снижение рождаемости. Отмечается четкая корреляция рождаемости с уровнем жизни населения. Как только страны переходят определенный уровень (для разных групп стран он разный, но в среднем равен 2,5—3 тыс. долларам в год на душу населения), то рождаемость падает. В странах христианского мира это происходит раньше, в странах мусульманских — позже, но принцип один и тот же. Начиная примерно с этого уровня, общество получает возможность саморазвития. Оно получает возможность тратить деньги на науку. Соответственно общество в состоянии развивать различные технологии. Оно становится менее зависимым от других стран мира и от доноров.

За годы, прошедшие со времени Конференции в Рио активно разрабатывались подходы к оценке устойчивости биосферы и развитию человечества, сопровождавшиеся активными дискуссиями.

Следует подчеркнуть, при определении устойчивости биосферы речь идет не о существовании любых форм жизни на Земле, а о тех переменах биосферы, которые связаны с жизнеобеспечением человека.

При определении устойчивости биосферы в ее современном виде, при существующем наборе и соотношении видов, важно оценить, насколько возможные изменения параметров биосферы скажутся на современной биоте.

Сформулирован общий принцип выживания человечества в биосфере: *существование человечества возможно в том случае, если скорость изменений жизненно-важных условий не будет превышать скорости адаптации или видоизменения* (Глазовский Н.Ф., 2009).

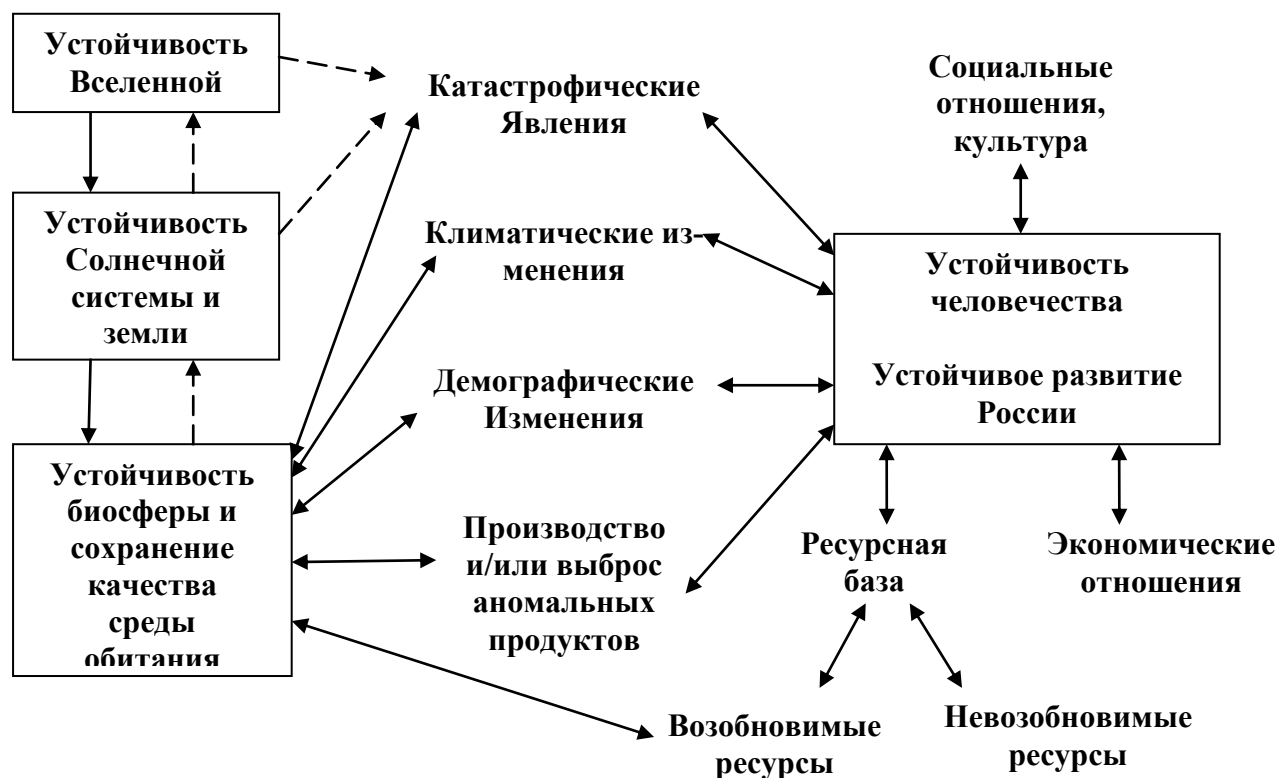


Рис. 1. Схема устойчивого развития по Н. Ф. Глазовскому (2009).

Устойчивое развитие предполагает гармоничное сочетание трех основных направлений деятельности: обеспечения экономического роста, социальной справедливости и высокого качества окружающей среды. Таким образом, речь идет об устойчивом развитии сложной природно-социальной системы. Поэтому очевидно, что общая схема устойчивого развития должна представлять собой ряд системных блоков, определенным образом связанных между собой (рис. 1).

Понятие устойчивости связано с различными представлениями «несущей способности» биосферы. По этому поводу существуют различные точки зрения от самых пессимистичных воззрений Т. Мальтуса до самой оптимистичной концепции В.И. Вернадского о ноосфере.

Из современных работ популярны работы Римского клуба и, в первую

очередь, книга «Пределы роста» (Meadows at al., 1972; Медоуз и др., 1994), в которых на основе моделирования потребления ресурсов и загрязнения окружающей среды был сделан вывод о достижении в настоящее время пределов роста антропогенного воздействия на биосферу.

Н. Н. Моисеев (1998) предложил теорию коэволюции биосферы и человека, которая предполагает гармоничное совместное развитие и биосферы, и человека. При этом важнейшее значение, по мнению Н.Н.Моисеева имеет осознанный переход к обществу, которое сможет обеспечить коэволюцию: «Единственной альтернативой действию стихийных сил я считаю разумное развитие планетарного общества».

Наиболее радикальная гипотеза выдвинута В.Г. Горшковым (1995), который считает, что устойчивость биосферы нарушена при населении более миллиарда человек и для обеспечения ее устойчивости необходимо «сокращение энергопотребления примерно в 10 раз. Во столько же должно произойти сокращение численности населения». «Это вполне может произойти за времена от нескольких десятков до сотни лет»... Резкие возражения по этому поводу высказывает Н. Ф. Глазовский (2006), полагая, что «нам не грозит энергетический кризис, запасов энергии хватит надолго, нефти - на 200, угля - на 500 лет, нам не грозит, по-видимому, минерально-сырьевой кризис, потому что разведанных запасов алюминия и железа хватит лет на 250, никеля больше чем на 100, остальных металлов при существующих технологиях хватит на десятки лет, а технологии постоянно улучшаются.

Касаясь данной проблемы в сфере аграрной экономики, А.А. Жученко (2000) полагает, что растениеводство «превратилось к концу XX столетия в условиях преимущественно химико-техногенной интенсификации не только в одну из наиболее ресурсоэнергорасточительных и природоопасных отраслей, но и не удовлетворяющих все возрастающие потребности населения Земли в продуктах питания и сырья для промышленности. Вслед за Медоузом он считает, что мировые запасы энергетических и сырьевых ресурсов будут исчерпаны к 2050 году. При этом отмечается сильный перекося в энер-

гопотреблении в сторону стран «золотого миллиарда», в которых годовой доход на душу населения в 10-20 раз выше, чем в развивающихся странах. «В настоящее время – утверждает А. А. Жученко – масштабы разрушения и загрязнения окружающей среды оказались настолько глобальными, что даже ресурсы биосферы стали считать исчерпаемыми».

Оценивая значение Конференции в Рио-де-Жанейро, этот автор отмечает, что она сумела поставить правильный диагноз болезни биосферы и общества, но не смогла выработать курс эффективного лечения, а тем более обеспечения «долгожительств» земли и высокого качества жизни *Homo sapiens*. Далее он замечает, что «вряд ли можно во всем согласиться с авторами концепции устойчивого развития сельского хозяйства (Sustainable Agriculture), поскольку предлагаемая система сама по себе не обладает качественно новой естественно-научной базой развития сельскохозяйственного производства и пока не выходит за рамки мировоззренческой ориентации и умозрительных гипотез. Во всяком случае, в отличие от стратегии адаптивной интенсификации АПК, во главе новой концепции не стоит смена парадигм в использовании исчерпаемых ресурсов Земли. Аналогичная ситуация характерна и для концепции устойчивого развития цивилизации «Sustainable development» с ее очевидным противоречием между социально-политическим пафосом и демографическими, а также экономическими реалиями в мире».

Думается, что для такой пафосной позиции вряд ли есть основания, поскольку «стратегия адаптивной интенсификации», которую автор противопоставляет концепции устойчивого развития, не менее декларативна, а что касается парадигмы природопользования, то она действительно изменилась. Вместо сугубо антропоцентрической она стала биосферной и определила общую стратегию экологизации всех сфер человеческой деятельности.

Таким образом, в оценке энергетического и экологического кризисов существуют самые разные позиции вплоть до противоположных. Различные гипотезы имеют право на существование. Важно, однако, что бы они не ста-

новились предметом прожектерства и политических спекуляций, что довольно часто происходит. Для принятия правильных решений в области экологической политики нужны объективные оценки, как можно более обоснованные и подкрепленные реальными практическими результатами помимо критики происходившего. Такой ретроспективной критике посвящено огромное количество литературы. Авторы ее наперебой перечисляют негативные экологические последствия хозяйственной деятельности, обращаясь с критикой в какое-то неопределенное пространство. Между тем, техногенный и химический этапы в развитии земледелия закономерны. Благодаря им в странах того самого «золотого миллиарда» созданы мощные аграрные цивилизации и уникальные агротехнологии. Дальнейший научно-технический прогресс в земледелии этих стран сопряжен опять-таки с развитием технологий и техники, но уже на новых витках наукоемкости и в рамках биосферной парадигмы природопользования. Производные этой парадигмы – экологизация, в том числе, биологизация, определяют сущность современного научного земледелия и решение задач энергосбережения.

В развивающихся странах - главная причина экологических противоречий – не «агрохимический техногенез», а экстенсивное земледелие в целом, отсталое природоразрушительное сельское хозяйство. Выход из этого состояния – образование, повышение профессиональной культуры, технологическая модернизация земледелия. Это относится и к России, где сельское хозяйство ориентировано наконец на развитие и освоение адаптивно-ландшафтного. Что же касается упомянутой «стратегии», то она, сохраняя в течение многих лет один и тот же набор пожеланий, не имеет приводных механизмов, и во многом несет неопределенность. Это касается применения агрохимических средств, технического обеспечения земледелия, использования генномодифицированных растений для снижения пестицидной нагрузки и в целом агротехнологической политики.

2.2. Биосферная идеология природопользования

В.В. Докучаева - В.И. Вернадского и ее современное переосмысление

Принятие биосферной парадигмы природопользования взамен антропоцентрической идеологии предполагает переосмысление многих понятий, сложившихся в земледелии.

Отдавая должное усилиям множества блестящих ученых, в том числе активистов Римского клуба, в разработке декларации sustainable development, в Рио-де-Жанейро в 1992 г. нельзя не видеть глубокий русский след, прямо ведущий к классическому наследию В.В. Докучаева и его последователя В.И. Вернадского. Именно В.В. Докучаевым были заложены принципы рационального природопользования, основанные на гармонии взаимоотношений человека и природы. Эта сторона творчества В.В. Докучаева не была воспринята современниками и последующими поколениями с такой глубиной, как созданная им наука о почве как естественно-историческом теле, получившая всемирное признание. Тем не менее, в последние годы в литературе обращается внимание на особую роль В.В. Докучаева в становлении естествознания. Ныне декларируемый биосферный подход к природопользованию означает поворот к докучаевскому мировоззрению после столетней эйфории покорения природы и к тем программам ландшафтно-экологического землепользования, которые он развивал и которые представляют сегодня конкретный научный и практический интерес.

В.В. Докучаевым был дан первый глубокий научный анализ экологических последствий земледельческой экспансии на юге России. Им было высказано беспокойство по поводу антропогенного давления на природу и истощения ее ресурсов. Смысл этих высказываний напоминает тематику дискуссий Римского клуба спустя сотню лет:

«Не слишком ли современная нам культура громоздка и дорога, особенно в виду того бесспорного факта, что жизнь именно цивилизованного человека делается с каждым годом более и более требовательной, а ее стои-

мость растет еще быстрее? Хватит ли, наконец, естественных, природных богатств, чтобы рост их шел параллельно хотя бы мало-мальски значительным распространением благ цивилизации на массу человечества? Не предвидится ли, напротив, истощение в более или менее отдаленном будущем таких первостатейной важности благ цивилизации предметов, как каменный уголь, нефть, железо, и др.» (Докучаев В.В., 1985)

Во избежание противоречий В.В. Докучаев, говоря современным языком, разработал ландшафтно-экологические принципы хозяйственной деятельности в соответствии с законами природы.

Развивая эти позиции, В.И. Вернадский сформулировал закон ноосферы: биосфера неизбежно превращается в ноосферу, то есть сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы человек - природа. Этот закон нередко упрекали в утопизме. Однако, как отмечает Н.Ф.Реймерс (1994), он справедлив и точен в том смысле, что, если человечество не начнет разумно регулировать свою численность и давление на природу, сообразуясь с ее законами, биосфера в измененном виде может сохраниться, но цивилизация, а не исключено, и вид *Homo Sapiens* погибнут. Только предельная гуманизация общества (процесс тоже противоречивый и неоднозначный), относительно бесконфликтное его включение в систему биосферы, основанное на использовании только прироста ресурсов, может спасти человечество. Управлять люди будут не природой, а прежде всего собой. И в этом смысл закона ноосферы.

К сожалению, учение Докучаева – Вернадского о биосфере и основанная ими парадигма природопользования не были адекватно восприняты обществом 20-го века, увлеченным эйфорией покорения природы, с последующими кампаниями индустриализации, химизации и т.д. Примечательно, что при всем этом популярность В.В. Докучаева оставалась высокой на протяжении всего столетия, им гордились, он был признан советским государством и по сути дела канонизирован, так же как и В.Р. Вильямс. На него ссылались, обосновывая «великие стройки», хотя ему были чужды природопокоритель-

ные тенденции. Его беспокоило бездумное, хищническое отношение к земле, грубо потребительское отношение к сельскому хозяйству, которое он называл «удивительной сельскохозяйственной оргией». Он дал первый глубокий научный анализ экологических последствий деятельности, по его выражению, «мнимого властелина природы».

К сожалению, не были восприняты крайне важные уже в то время предостережения В.В. Докучаева против земледельческих экспансий, массовой сплошной распашки земель со сведением лесов и примитивной агротехникой, следствием чего становилось обсыхание территории в результате усиления поверхностного стока и уменьшения грунтового, разрушение почвенной структуры, эрозия, заиление рек и т.д., то есть деградация почв и ландшафтов. Вышедшая в 1892 году книга «Наши степи прежде и теперь», в которой были проанализированы печальные последствия массовой распашки земель на юге России после реформы 1861 года, имела резонанс в научном мире. Однако начавшееся вскоре освоение Великих равнин в Америке, проводившееся в прежнем ключе, привело к широкому развитию ветровой эрозии в виде гигантского пыльного котла, что было воспринято как национальная катастрофа, из которой долго выбирались. Спустя два десятка лет подобная картина экологического бедствия была воспроизведена в СССР в результате кампанейского освоения целинных земель на востоке страны, как будто бы ничего похожего в мире не происходило. Таким образом, «сельскохозяйственные оргии» становились все более масштабными и «удивительными». При этом экстенсивное по своей сути хозяйствование сочеталось с импульсивным применением минеральных удобрений, пестицидов, которые накладывались на отсталую агротехнику, тяжелых машин, экологически неприемлемых орудий. Еще более разрушительными по отношению к природе явились ирригационные экспансии. Достаточно ярким примером их последствий служит аральская катастрофа как результат перераспределения речного стока. Процессами деградации в той или иной мере охвачены почвы всех природных зон. Хотя более всего вызывает беспокойство со времен

В.В.Докучаева нарастающая деградация черноземов, но к этой проблеме добавилось немало других, связанных с опустыниванием на юге и разрушением холодных и мерзлотных почв на севере вследствие экстремальной их эксплуатации.

Нарастание угрозы глобальной экологической катастрофы к концу 20-го века побудило лучшие умы человечества к осмыслению коллизий общества и природы и поиску путей гармонизации отношений между ними. Появилось большое количество литературы на эту тему, в частности многочисленные отчеты исследовательских групп Римскому клубу, глобальные модели, авторы которых обосновывали идею перехода к устойчивому обществу и необходимость экологической революции с соответствующей сменой приоритетов и ценностных ориентиров. Суть их воплотилась в принятие мировым сообществом рассмотренной выше Декларации – sustainable development, предполагающей устойчивое развитие общества, при котором воздействие на окружающую среду остается в пределах хозяйственной емкости биосферы, так что не разрушается природная основа функционирования человечества, а удовлетворение его потребностей осуществляется без ущерба для будущих поколений.

Это означало принятие новой биосферной парадигмы природопользования взамен антропоцентрической.

В последние годы понятие природопользования приобретает расширенное толкование как система тесно связанных локальных, региональных и глобальных мер, в которой реализуются охрана природы, рациональное использование природных ресурсов и их восстановление. Такой подход Г.В. Добровольский и Е.Д. Никитин (2000) называют природовосстановлением.

Новая идеология природопользования требует пересмотра многих представлений, сложившихся с чисто потребительских позиций.

Для земледельческой науки и практики такая метаморфоза представлений о природопользовании означает, прежде всего, переосмысление самого предмета и объекта земледелия. С позиций новой парадигмы понятие «зем-

ля» необходимо рассматривать не только как средство и сферу производства, предмет труда, но и как социально-экологическую категорию, а почву – как базовый компонент биосферы. Более того, при разработке и эксплуатации любых производственных систем на первый план должно выноситься сохранение экологических функций почвы, связанных с регулированием влагообмена, газообмена и теплообмена в биосфере, интенсивности биогеохимических процессов, поддержанием биоразнообразия и в конечном итоге обеспечения жизни на земле.

Почвоведы часто сетуют на неопределенность понятия «земля», которое фигурирует в обществе как объект хозяйственной деятельности, и на восприятие тем же обществом роли почвы в биосфере, в жизни людей, необходимости их сохранения и рационального использования как важнейшего условия устойчивого развития цивилизации.

Понятия «почва» и «земля» нередко смешиваются и противопоставляются, неверно трактуются и неправильно соотносятся. По этому поводу на страницах журнала «Почвоведение» и других изданий постоянно высказывались критические соображения, порой гиперболические. Например, по мнению А.И. Тюрюканова и В.М. Федорова (1996), «господствующее ныне технологическое земледелие почву рассматривает как «землю», а последнюю – как грунт, то есть как мертвый слой земли, который можно безнаказанно утюжить тяжелыми машинами, переворачивать и перекидывать бульдозерами, обсыпать химикатами».

С.В. Зонн (1994) характеризовал термин «земля», «широко вошедший в практику землеустройства» как «не отражающий значения того природного ресурса, с которым связано благополучие страны». Таким образом этот автор отреагировал на дискредитацию данной категории шаблонными землеустроительными проектами.

Рассмотрению понятий «почва» и «земля» посвящена статья Г.В. Добровольского и Ф.Р. Зайдельмана (2005). Авторы ее обеспокоены «активным вытеснением представления о почве как непосредственном объекте аграрно-

го производства и мелиорации и замещением его другим понятием – «земля». Они обращают внимание на то, что в официальных государственных изданиях «земля» рассматривается как территориальное социально-экономическое понятие и в них нет характеристик почв как непосредственного объекта использования. По мнению авторов, «существующие разночтения могут быть устранены, если применение термина «земля» будет ограничено сферой регистрации и учета участков земли и их землепользователей. При этом, однако, понятие земля не должно подменять функцию почвоведения как фундаментальной основы теории и практики земледелия, мелиорации, лесного и водного хозяйства.

Беспокойство почвоведов в данном отношении вполне понятно, поводов для него более чем достаточно. В истории гидротехнических мелиораций есть множество примеров отношения к почве лишь как к субстрату для фильтрации воды. Печальный итог кампании по осушению заболоченных почв Нечерноземья в большой мере связан с игнорированием почвенных условий, их незнанием и непониманием, несмотря на высокие научные достижения и блестящие учебники и пособия по мелиорации почв. Заметим, однако, что при всем этом игнорировались наряду с почвенными и другие агроэкологические условия, которые составляют ландшафт, или землю - геоморфологические, литологические, гидрогеологические и другие, без которых не могут решаться почвенно-мелиоративные и другие задачи землепользования.

Очевидно, сведение понятия «земля» к уже существующему в земельном кадастре фискальному аспекту (регистрация и учет земельных массивов) было бы шагом назад по отношению к развитию этой необычайно емкой категории.

Действительно, понятие «земля» многообразно и рассматривается в разных ракурсах: важнейший производственный ресурс, основное средство производства, предмет труда, пространственный базис для размещения и развития всех отраслей хозяйства, угодья, недра, наконец, среда обитания растений, животных, человека, социальная инфраструктура. Задача как раз заклю-

чается в том, чтобы преодолеть узкий, потребительский подход безотносительный к структуре и функционированию этого «пространственного базиса».

С позиций новой парадигмы все перечисленные аспекты понятия «земля» должны быть интегрированы на биосферной основе, то есть земля должна рассматриваться как природно-территориальный комплекс во всей полноте ландшафтно-экологических связей. Любое антропогенное вмешательство должно соотносываться с природными закономерностями функционирования природно-территориального комплекса как участка географической оболочки Земли. Из сказанного вытекает следующее определение: **земля – это природно-территориальный комплекс, характеризующийся определенными экологическими и социально-экономическими условиями (геологическими, климатическими, литологическими, биоценотическими, социально-инфраструктурными) и выполняющий различные функции экологические, хозяйственные, социально-экономические, ресурсные, рекреационные и другие.**

Если земля, это участок биосферы, то почва ее базовый компонент, определяющий функционирование экосистемы. Это понятие вслед за классическими определениями может быть сформулировано следующим образом: **почва – естественно-историческое тело, возникшее на поверхности Земли в результате изменения горных пород под влиянием климата, биоты, деятельности человека, характеризующееся экологическими и производительными функциями в определенных биогеоценозах и агроценозах.**

С позиций новой парадигмы природопользования существенно корректируются понятия деградации ландшафтов и почв, которые традиционно рассматривались как ухудшение их свойств и производительных функций. В новой интерпретации на первый план оценки выходит степень сохранения экологических функций. Таким образом, под деградацией агроландшафта следует понимать его негативные изменения, выражающиеся в снижении или утрате способности выполнять функции воспроизводства ресурсов и среды и

социально-экономические функции. **Деградация почв – устойчивое ухудшение их свойств и связанное с ним сокращение или утрата экологических и производительных функций.**

2.3. Понятие почвенного плодородия и качества земли в свете биосферной парадигмы природопользования

Плодородие почв сложилось как потребительская категория со всевозможными пожеланиями его увеличения, расширения, которые на практике не часто реализуются. С позиций новой парадигмы производственные и социальные функции не должны находиться в противоречии с экологическими функциями почв. Более того, экологический императив требует сохранения экологических функций почв и наложения ограничений на те виды деятельности, которые наносят ущерб этим функциям. К таковым относятся биоэкологические, биоэнергетические, биогеохимические, гидрологические и гидрогеологические, газоатмосферные и биогеоценотические функции.

Плодородие почвы охватывает агрономически и экологически значимые характеристики почвы, процессы и режимы. С развитием биосферной идеологии природопользования это понятие приобретает более широкий смысл по сравнению с традиционным определением В.Р. Вильямса (1940): «способность почвы в той или иной степени удовлетворять растения в потребности их в земных факторах носит название плодородия почвы и представляет ее качественное отличие как природного тела от других природных тел...».

В учебнике «Почвоведение» под редакцией И.С. Кауричева (1989) это определение представлено в более развернутом виде: «под плодородием следует понимать способность почв удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для

нормального роста и развития. Плодородие – существенное качественное свойство почвы, отличающее ее от горной породы»

Данное понятие требует уточнения в агрономическом отношении и развития в экологическом аспекте. Трактовка плодородия как специфического свойства почвы в отношении обеспечения урожая растений не вполне корректна. Урожай культурных растений невозможно получить на многих почвах – солончаках, такырах и других. В то же время он может быть получен на обнаженных почвообразующих породах и различных субстратах. Вопрос заключается в эколого-экономической устойчивости плодородия и в воспроизводстве его условий. На одних почвах можно получать относительно устойчивые урожаи в течение многих лет, другие довольно быстро сокращают или теряют эту способность из-за дегумификации, сработки торфа, эрозии, засоления, заболачивания и т.д. На некоторых сильно смытых почвах при достаточном увлажнении и применении минеральных удобрений и пестицидов можно получить достаточно высокие урожаи сельскохозяйственных культур, что, однако, может завершиться ухудшением качества окружающей среды и продукции, поскольку деградированная почва с ослабленной буферностью и биогенностью не сможет противостоять повышенной антропогенной нагрузке. Очевидно, недостаточно оценивать плодородие почвы с узких позиций достижения урожайности растений безотносительно к условиям, характеру и последствиям ее использования.

Несомненно, традиционная трактовка плодородия почвы лишь с позиций оценки производительных функций должна быть приведена в соответствие с требованиями экологического императива, то есть **плодородие почвы должно рассматриваться не только как способность производить урожай растений, но обеспечивать воспроизводство самой почвы как среды жизнеобеспечения.**

Плодородие почвы определяется производительной, экологической и социально-экономической функциями.

Производительная функция – это способность почвы обеспечивать растения непосредственными факторами жизни, то есть элементами питания и водой. Экологические функции связаны с поддержанием определенных условий среды, от которых зависит рост и развитие растений, урожайность и качество продукции.

Возможности интенсификации производительных функций определяются: экологической емкостью почв, способностью их поддерживать оптимальные фитосанитарные условия, противостоять накоплению токсинов, удерживать их в неактивном состоянии, обеспечивать их разложение; буферной способностью по отношению к минеральным удобрениям и мелиорантам и предотвращению их потерь, способностью противостоять физическим нагрузкам, воздействию орошения и т.д. Этот список должен быть продолжен общебиосферными функциями почв (Добровольский Г.В, Никитин Е.Д., 1990).

Влияние экологических функций на производительную функцию почв может быть количественным или качественным или тем и другим. Например, загрязнение почв тяжелыми металлами и радионуклидами до определенного предела может не оказывать влияния на урожайность, но негативно влиять на качество продукции, ее зараженность, а при высоких уровнях загрязнения и на урожайность, и на загрязненность. На загрязненных радионуклидами почвах можно произвести определенные виды безопасной сельскохозяйственной продукции, однако само производство представляет опасность для товаропроизводителей. В этом смысле можно говорить о социально-экологическом аспекте плодородия почвы, связанном с условиями производства и жизни товаропроизводителей.

Имеет место также социально-экономический аспект почвенного плодородия, связанный с экономическими и энергетическими затратами на производство продукции, которые различаются в зависимости от почвенных и других условий агроландшафта.

Таким образом, плодородие почвы – весьма емкая категория, определяющая качество почвы, различные ее функции и соответственно предпосылки обеспечивать экологически устойчивую продуктивность биогеоценозов и агроценозов.

Экологическая мера плодородия почв – среднегодовая первичная продукция всей биомассы биогеоценоза. В потребительском (хозяйственном) отношении эта мера – урожайность растений. Она дополняется качественными показателями продукции, энергетическими и экономическими затратами на ее получение и, особенно, условиями обеспечения экологической безопасности продукции, окружающей среды и экологической устойчивости почв и агроландшафтов.

Важное значение имеет запас биомассы, остающейся в почве после изъятия урожая и ее структура. Осознание этой проблемы в земледелии проявляется в виде активизации работ по мульчированию поверхности почвы растительными остатками, использованию соломы, сидерации, расширению посевов многолетних трав и др. Абстрактные построения гумусового баланса почв уступают место установлению уровня содержания лабильного органического вещества, которое должно поддерживаться во избежание явлений выпаханности почв. Все очевиднее становится необходимость разработки оптимальных биотических параметров почв по составу и количеству микрофлоры, мезофауны и др. С оптимизацией этих параметров связываются надежды на биологическое саморыхление почвы при минимизации почвообработки, которая получает активное развитие в земледелии,

По большому же счету «оживление» почв, находящихся в активном сельскохозяйственном обороте, является пока еще не вполне осознанным условием предотвращения их деградации. Деятельность живых организмов обуславливает воспроизводство почвы и ее плодородия.

Повод для такого расширенного понимания плодородия дал В.И. Вернадский (1960) еще в начале 20-х годов XX века, толковавший плодородие почвы как часть плодородия биосферы. Он писал: «Вопрос о плодородии

ставится с узко человеческой точки зрения: о получении продуктов, необходимых человеку. Эта задача частная. Она может быть правильно поставлена и решена только тогда, когда выяснится основной вопрос: есть ли предел количеству вещества, которое может быть захвачено живой материей и введено в состав составляющих ее организмов на определенной площади земли».

С учетом изложенного, плодородие почвы представляется как совокупный эффект почвенных условий, обуславливающих урожайность растений, качество продукции, ее себестоимость и поддержание экологических функций почвы в определенных агроландшафтах.

Различаются категории природного и природно-экономического плодородия. Первое обусловлено природными факторами почвообразования и почвенными процессами, второе является следствием естественно-антропогенного процесса почвообразования – окультуривания или деградации. Той и другой категориям присущи потенциальная и эффективная форма плодородия.

Потенциальное плодородие характеризуется богатством почв и определенным набором их агрономических свойств, от которых зависит формирование почвенных режимов: содержание и запасы гумуса, количество лабильного органического вещества; запасы питательных веществ; гранулометрический и минералогический состав; состав ППК; засоленность; солонцеватость; сложение почвы и структурное состояние; заболоченность; биологическая активность.

Эффективное плодородие характеризуется почвенными режимами и свойствами почв, непосредственно влияющими на рост, развитие растений, формирование урожая и его качество: режим элементов питания; водный режим (содержание и динамика доступной влаги); воздушный режим (содержание O_2 ; CO_2 в почвенном воздухе); тепловой режим (температура почвы, ее динамика); реакция почвенного раствора; содержание фитотоксических соединений; содержание стимуляторов роста и других физиологически активных веществ.

Состояние почв по всем этим параметрам в значительной мере определяется характером их использования, в особенности системами земледелия и агротехнологиями.

Уровень эффективного плодородия почвы, устанавливаемый по среднеклиматической обеспеченной урожайности сельскохозяйственных культур, зависит от уровня интенсификации агротехнологий. С повышением его от экстенсивных агротехнологий к нормальным, интенсивным и точным с соответствующим повышением урожайности и качества продукции повышаются требования к плодородию почв по тем или иным параметрам. Если по каким-то параметрам состояние почв не отвечает требованиям сорта, то оно корректируется средствами земледелия: применением удобрений, мелиорантов и других химических средств, соответствующими приемами почвообработки, травосеянием, парованием, сидерацией, мелиоративными мероприятиями. Эти средства являются элементами системы земледелия. Они находятся в тесном взаимодействии между собой, условиями эффективного плодородия почвы, климатическими и другими условиями. Например, плотность почвы влияет на все перечисленные выше почвенные режимы и определенные технологические решения. Если оптимальная для данной сельскохозяйственной культуры плотность почвы соответствует равновесной, то механическая обработка почвы может быть сокращена или отменена, если позволяет фитосанитарная ситуация. В свою очередь минимизация почвообработки сопряжена с необходимостью компенсации усиливающегося дефицита минерального азота удобрениями и применением гербицидов в связи с усилением засоренности, а нередко и фунгицидов вследствие развития болезней. Эта задача связана также с оптимизацией доли чистого пара в севооборотах. Ухудшение режима органического вещества почвы при паровании в какой-то мере компенсируется уменьшением его потерь при минимизации почвообработки и т.д.

Оптимизация параметров эффективного плодородия почвы в связи с агротехнологиями различного уровня интенсификации осуществляется на

основе изучения системного взаимодействия элементов плодородия и элементов систем земледелия в многофакторных полевых экспериментах. На их основе разрабатываются математические модели земледелия интенсивных и высоких агротехнологий и соответственно субмодели эффективного плодородия почв.

Различные элементы плодородия по разному оцениваются в зависимости от уровня интенсификации земледелия. Например, при экстенсивном земледелии содержание гумуса в почве рассматривается как главный источник питания растений, а в интенсивных агротехнологиях как важное экологическое условие, определяющее возможность той или иной агрохимической нагрузки.

Оценка плодородия почвы должна сопровождаться характеристиками ее устойчивости к деградации и экологическими нормативами текущей антропогенной нагрузки. Оценку потенциального плодородия необходимо дополнять характеристиками экологической емкости (Апарин Б.Ф., 2006). Например, эксплуатация высокого эффективного плодородия осушенной торфяной болотной почвы безотносительно к этим категориям может привести к ее деградации и в конечном итоге утрате потенциального плодородия вместе с почвой, если не учитывать темпы сработки торфа в различных условиях, ориентируясь лишь на достижение высокой производительности почвы. Экологический аспект оценки эффективного плодородия включает также способность почвы к самоочищению.

Оценка плодородия имеет также энергетический и экономический аспекты с точки зрения затрат энергии и производственных ресурсов в зависимости от почвенных условий. В частности, энергетические и экономические затраты на механическую обработку почв зависят от их структурного состояния, определяемого в свою очередь содержанием органического вещества, особенно лабильного.

Почвенные условия наряду с другими агроэкологическими (агроклиматическими, геоморфологическими, литологическими, гидрогеологическими)

и производственными условиями, влияющими на удовлетворение потребности растений в факторах жизни (свет, тепло, влага, воздух, элементы питания), а также экологические функции и устойчивость агроландшафта, определяют качество земли (рис. 2).

Итоговым критерием оценки качества земель является их производительность, которая должна характеризоваться выходом продукции с единицы площади при различных уровнях интенсификации земледелия, технологическим и экологическим качеством продукции, удельными энергозатратами, экономическими показателями при обеспечении экологической устойчивости агроландшафтов.



Рис. 2

2.4. Задачи экологизации земледелия

Серьезным импульсом, послужившим развитию проблемы экологизации земледелия, по крайней мере, обострению внимания к ней, явилась научная сессия Российской академии сельскохозяйственных наук «Научное наследие В.В. Докучаева и современное земледелие», посвященная 100-летию Особой экспедиции, состоявшаяся 23-25 июня 1992 года. В постановлении этой сессии было записано: «Сессия считает важнейшей задачей ученых-аграрников дальнейшее развитие и пропаганду докучаевского научного наследия, необходимость комплексного изучения и создания (конструирования) экологически и экономически сбалансированных высокопродуктивных и устойчивых агроландшафтов, в максимальной мере адаптированных к местным природным условиям». Примечательно, что второе рождение докучаевской парадигмы природопользования, совпало с принятием Декларации устойчивого развития в Рио-де-Жанейро в этом же году. Таков удивительный виток этой исторической спирали. При этом весьма актуальным оказывается не только идеология, но и многие конкретные рекомендации В.В. Докучаева, его знаменитый комплекс по «оздоровлению земледелия».

В новом понимании природопользование рассматривается как удовлетворение потребностей общества путем использования различных видов природных ресурсов и природных условий, имеющее ограничения экологического, экономического, социального и этического характера.

Это определение отличается от традиционных отчетливо выраженным экологическим императивом, под которым подразумеваются требования и правила охраны окружающей среды, вытекающие из необратимости наступления вредных последствий для человека и окружающей среды, невозможности или трудной восполнимости природных ресурсов в результате деятельности человека. Экологический императив обозначает ту границу допустимой активности человека, которую он не имеет права переступить ни при каких обстоятельствах.

Достижение гармонии между производительными и экологическими

функциями сельскохозяйственного ландшафта определяет процесс экологизации земледелия.

В общем виде экологизация земледелия означает приведение его в соответствие с экологическими законами. До недавнего времени в сельскохозяйственных учебниках в качестве законов земледелия фигурировали лишь некоторые экологические правила и законы (равнозначности и незаменимости факторов жизни растений, минимума, возврата, совокупного действия факторов и др.), имеющие в основном технологическую направленность.

В учебнике «Экологические основы земледелия», вышедшем в 1996 году, мы добавили этот список общеэкологическими законами и правилами: биоразнообразия, единства организма и среды, цепных реакций «жесткого» управления природой, убывающей отдачи и др.

Там же были рассмотрены особенности экологизации земледелия, адаптации к различным экологическим условиям.

В числе конкретных задач экологизации земледелия на первый план выходят сохранение и восстановление биоразнообразия; размещение сельскохозяйственных культур в соответствии с агроэкологическими условиями, оптимизация соотношения природных и различных сельскохозяйственных угодий, гармонизация животноводства и земледелия; создание оптимальной инфраструктуры агроландшафтов с учетом энерго-массопереноса; повышение экологической устойчивости агроценозов; оптимизация биологического круговорота веществ в агроландшафтах, в особенности в системе ферма - поле – луг; повышение роли биологического азота за счет увеличения доли бобовых культур и стимулирования процессов азотфиксации; регулирование поверхностного стока, гидрогеологического и гидрологического режимов в пределах устойчивости агроландшафтов и сопредельных природных ландшафтов; поддержание поверхности почвы под покровом растений и растительных остатков, мульчирование; сокращение механических воздействий на почву, создание условий для биологического саморыхления; оптимизация структуры и функционирования агроценозов с учетом биоценотических свя-

зей; регулирование численности вредных организмов и полезных энтомофагов с использованием биологических средств и химических препаратов близких по своим свойствам к природным соединениям.

В ракурсе этих задач разрабатывались наши подходы к формированию адаптивно-ландшафтного земледелия.

2.5. Концептуальные подходы к дифференциации зональных систем земледелия

2.5.1. Мотивация дифференциации земледелия от зональных к адаптивно-ландшафтным

Принятие новой парадигмы природопользования в Рио-де-Жанейро и решение сессии РАСХН в 1992 году создали мощный импульс совершенствованию природопользования в целом и оптимизации системы земледелия в частности. К этому времени в стране сложился определенный опыт освоения зональных систем земледелия и интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Сельское хозяйство страны стало на рельсы научно-технического прогресса. Большинство хозяйств получили проекты внутрихозяйственного землеустройства, в которых разрабатывались структура посевных площадей, севообороты, системы обработки почвы, удобрений, мероприятия по защите растений от сорняков, болезней и вредителей, меры по защите почв от эрозии. Разрабатывали технологические системы возделывания сельскохозяйственных культур, проектировали кормопроизводство, рассчитывали экономическую эффективность мероприятий.

Из опыта этой работы при всем её значении стала очевидной недостаточность экологической дифференциации земледелия, экологическая безальтернативность и другие недостатки. Зональные системы несли на себе отпечаток командно-плановой системы. Между тем резко изменившаяся социально-экономическая обстановка наряду с обострившимися экологическими противоречиями обусловили необходимость адаптации зем-

леделения не только к природным условиям, но и к производственным отношениям в связи с набравшей ускорение Перестройкой.

С 1986 года на процесс освоения зональных систем земледелия наложилась кампания по освоению интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. В ходе этой работы еще более обострились требования идентификации агроэкологических условий и адаптации агротехнологий, а также дифференциации их применительно к различным уровням интенсификации производства и хозяйственным укладам. К этому времени слишком очевидной стала недопустимость перенесения опыта зарубежных технологий без учета местных условий.

2.5.2. Ландшафтный подход к дифференциации земледелия

Попытки использования достижений научного ландшафтоведения в земледелии и землеустройстве предпринимались с 70-х годов, в том числе географами-ландшафтоведами. В частности В. А. Николаевым (1979) были разработаны принципы размещения сельскохозяйственного производства в соответствии с различными категориями географических ландшафтов и их производственная группировка на примере Алтайского края.

Весьма важным в данном отношении, хотя и недостаточно воспринятыми были работы К.В. Зворыкина (1978) по сельскохозяйственной типологии земель. Они сыграли определенную роль в становлении ландшафтного подхода, хотя в них вообще не использовались термины генетико-морфологической структуры.

Наиболее дифференцированный подход к организации территории угодий и их сельскохозяйственному использованию требовался на эрозионных землях. Здесь сложился в первом приближении ландшафтный подход, начиная с работ Г.П. Сурмача (1976), выделявшего водораздельные, приводораздельные, присетевые и гидрографические земли. В дальнейшем разрабатывались проекты земледелия в сложных эрозионных условиях на основе различных землеоценочных категорий. Наиболее продвинутыми к началу 80-х го-

дов были методы землеустроительного проектирования различных эрозионных ландшафтов, разработанные М. И. Лопыревым.

К 90-м годам противоэрозионное земледелие выделилось в самостоятельную крупную проблему, которая координировалась ВНИИ по земледелию и защите почв от эрозии и Координационным советом РАСХН, который возглавил А. Н. Каштанов. Под его руководством была разработана контурно-мелиоративная система земледелия.

Эти работы, как и большинство других по противоэрозионному проектированию осуществлялись на принципах «ноу-хау» с достаточно узким эколого-ландшафтным кругозором. Стараясь его расширить, некоторые землеустроители и земледелы (Прока Н.И., 1976) пытались воспользоваться категориями географического ландшафта, «привязать» системы земледелия к генетико-морфологической структуре. Однако эти попытки были малоэффективными, поскольку сами по себе структурные элементы ландшафта (фации, подурочища, урочища и т.д.), не идентифицированные в агроэкологическом отношении, не могут определить принадлежность земель к той или иной категории.

Попытка поставить на теоретическую основу противоэрозионное проектирование с использованием ландшафтного анализа была предпринята Г.И. Швебсом (1988), для чего потребовалось существенное углубление теории ландшафтных структур. Помимо традиционной генетико-морфологической структуры им было предложено еще три типа ландшафтных структур:

- позиционно-динамическая, учитывающая закономерности поверхностного стока, вызывающего плоскую эрозию;
- парагенетическая, раскрывающая динамическую сопряженность и парадинамические отношения фаций вдоль концентрации водного потока, что необходимо учитывать для предотвращения овражной эрозии;
- бассейновая, в соответствии с которой решаются комплексные задачи.

На основе этих и других работ Г.И. Швебс (1985, 1988, 1989) разработал методологию проектирования ландшафтно-контурно-мелиоративных систем

земледелия, основное содержание которых (касающееся проектирования ландшафтно-технологических контуров) заключается в следующем:

- ландшафтное картографирование, составление карты агроландшафтных (АЛ) структур (АЛ-массивов и АЛ-контуров);
- определение величины поверхностного смыва, опасности овражной эрозии, оползней, подтопления;
- построение карты изолиний эрозионной опасности, фиксирование других видов деградации земель;
- определение границ рубежей контурной организации территории с помощью моделей рационального использования земель, совмещение рассчитанных инженерными методами границ с ближайшими рубежами ландшафтных полос.

Структура агроландшафта при контурной организации территории формируется прежде всего за счет стокорегулирующих элементов: лесных полос, валов, валов-каналов, водонакопителей, водосбросов и др. Осознавая сложность такого рода систем, Г.И. Швебс отмечал, что «предстоит еще долгий поиск оптимальных условий их функционирования»

Данная методология была положена в основу «Концепции формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе», разработанной во ВНИИЗ и ЗПЭ (Каштанов А.Н, Щербаков А.П., Швебс Г.И., 1992).

К сожалению, данная концепция не получила развития. По этой причине в последующей «Методике разработки систем земледелия на ландшафтной основе» (Каштанов А.Н., Щербаков А.П., Володин В.М., 1996) новый методологический подход выпал, и вместо него было рекомендовано традиционное ландшафтное картографирование (по Видиной) на основе генетико-морфологической структуры, от которой была сделана попытка уйти как от малоперспективной.

Тем временем М.И. Лопыревым (1995) активно развивалась проблема сельскохозяйственного землеустройства в сложных эрозионных ландшафтах.

Находясь в оппозиции к традиционному землеустройству с его шаблонами, М.И. Лопырев разрабатывал основы агроландшафтоведения и развил теорию противозерозионного проектирования, опираясь на разработанную им геоморфологическую типизацию земель. Школа М.И. Лопырева основывается на широком экспериментальном материале. Постоянно развиваясь, она тяготеет к ландшафтно-экологическому подходу.

Позже появилось направление агроландшафтоведения, которое интерпретировалось как сельскохозяйственная география (Н.Г. Ковалев, А.А. Ходырев, Д.А. Иванов, 2004; Иванов Д.А., 2000).

2.5.3. Ландшафтно-экологический подход к формированию систем земледелия и агротехнологий

При всем значении современных знаний о географических ландшафтах их использование в земледелии может быть эффективным в той мере, в какой они соотносятся с пониманием требований сельскохозяйственных растений и технологии их возделывания. Это означает, что ландшафт должен рассматриваться через призму агроэкологических условий хозяйственной деятельности.

Именно таким в первом приближении был подход В. В. Докучаева в известных экспериментах в Каменной степи: от сортов растений и условий их возделывания до лесозащитных насаждений в оптимальной структуре угодий. В то же время К. А. Тимирязев требовал «чаще спрашивать у растения его потребности», полагал, что В. В. Докучаев делает это недостаточно, концентрируя основное внимание на почвенных условиях. В трудах этих «оппонентов» складывался ландшафтно-экологический подход к пониманию земледелия. Вскоре, однако, он «рассыпался», чему способствовала наступившая эпоха «социалистического земледелия». Критика этой эпохи с её жестким планированием и агрономическими шаблонами основательно представлена в работах А. А. Жученко (2009). Им же выдвинута идеология адаптивного растениеводства. Идея адаптивного потенциала растений вызывала

надежды на развитие экологического подхода к формированию земледелия в период обретения экономической свободы в начале 90-х годов. В это время получает развитие экологическая наука, агробиоценология, зарождается агроэкология. В целом же информация в области растениеводства, начиная с агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур и продукционных процессов и т. д., была весьма разобщенной и меньше всего связанной ландшафтными аспектами дифференциации земледелия. Несколько позже появилась концепция сестайнинга сельскохозяйственных систем, предложенная Б. М. Миркиным, Ф.Х. Хазиевым, Р.М. Хазиахметовым и Н.Р. Бахтизиным для Башкирии. Высказывая критическое отношение к ландшафтному подходу как неконструктивному и отмечая недостатки более адекватного, по их мнению, ландшафтно-адаптивного подхода (сложность; экологическая недостаточность, особенно в отношении взаимодействия растениеводства и животноводства), авторы предложили агроэкосистемный подход, который «позволяет расчетным путем конструировать «нуль-гипотезу» равновесной (в состоянии сестайнинга) агроэкосистемы и несколько альтернативных гипотез соответствия этой «нуль-гипотезе». При этом под сестайнингом понимается такое состояние сельскохозяйственных экосистем, при котором «происходит самовозобновление агроресурсов – воспроизводится почвенное плодородие, продуктивность естественных кормовых угодий, восстанавливаются гидрологические и гидрохимические характеристики агроландшафтов, поддерживается на высоком уровне биоразнообразие за счет включения естественных экосистем в сельскохозяйственный ландшафт и за счет чисто сельскохозяйственных земель, где формируется высокое разнообразие сельскохозяйственных культур при контролируемой плотности спонтанных видов сорных растений и насекомых». При формировании сестайнинга агроэкосистем авторы исходят из принципа «можно все, что не запрещено», а то, что запрещено, обобщается системой экологического императива. По их определению, «экологический императив – это система запретов на все формы использования агроресурсов, которые ведут к их разрушению или к загрязнению про-

дуктов и окружающей среды, пагубно влияющему на здоровье человека». Данное определение сопровождается внушительным списком экологических ограничений техногенеза, именно ограничений, а не запретов, что верно по сути. Остается лишь привести форму в соответствии с содержанием, заменив в определении термин «система запретов» на более адекватный – «система ограничений». Запреты – категория неконструктивная и нередко субъективная, на них ничего не построишь. Нужно прежде всего предлагать наборы альтернативных вариантов хозяйствования, из которых товаропроизводители могли бы выбирать оптимальное решение, опираясь далее на нормативную базу. В этой концепции не доставало ландшафтной основы.

В наших исследованиях необходимость комплексного ландшафтно-экологического подхода стала очевидной при разработке систем земледелия на комплексных солонцовых почвах Казахстана (Кирюшин В.И, 1976). Разнообразие этих земель по ландшафтно-экологическим условиям настолько велико, что для различных их категорий приходилось формировать агроэко-комплексы с разными наборами культур, структурой посевных площадей и других мероприятий, т. е. разрабатывать разные системы земледелия. Примером системного подхода к решению этих задач служила почвозащитная система земледелия, которая разрабатывалась в том же ВНИИ зернового хозяйства под руководством А. И. Бараева.

В дальнейшем при разборке зональных систем земледелия Сибири эти представления существенно расширились. С учетом нового опыта спустя 4 года после разработки первого варианта книги «Системы земледелия Новосибирской области» в 1986 году мною была предложена «Концепция развития земледелия Сибири». В ней система земледелия была определена как система использования земли, обеспечивающая экономически обусловленную продуктивность в соответствии с общественными потребностями, природными и производственными ресурсами при определенном способе производства, предполагающем наряду с получением качественной продукции предотвращения деградации и загрязнения природной среды и воспроизвод-

ство почвенного плодородия. Такая система реализуется в условиях природно-территориального комплекса, характеризующегося близкими климатическими, геоморфологическими, почвенными, гидрологическими условиями и соответственно определенным направлением хозяйственного использования, т.е. применительно к той или иной категории агроландшафта. Поэтому называть ее следует ландшафтной. Тогда в природной зоне соответствующего региона будет выделяться несколько категорий агроландшафтов и отвечающих им систем земледелия. Эти соображения по сути дела были положены в основу предложений по разработке систем земледелия в Сибири (Кирюшин В.И., 1988). Не меняя термин «зональные», прижившийся в производстве, понимали под ним приуроченность системы земледелия к части природной зоны, «которая характеризуется общностью природных факторов, обуславливающих определенную структуру использования сельскохозяйственных угодий и технологии возделывания сельскохозяйственных культур», т.е. к категории ландшафта. По этому принципу в Сибири было выделено 8 систем земледелия по названию зональных, по сути ландшафтных: степная кормопарозерновая на равнинах степной зоны и южной лесостепи с черноземными и каштановыми почвами тяжелого механического состава («почвозащитная», по терминологии А.И.Бараева), степная кормопарозерновая противодефляционная на равнинах степной зоны с каштановыми почвами легкого механического состава, степная парозернокормовая на возвышенных равнинах степной зоны и южной лесостепи Восточной Сибири, кормопарозерновая на равнинах северной лесостепи, противозрозионная зернокормовая для сложных эрозионных ландшафтов северной лесостепи, мелиоративная зернокормовая система земледелия на солонцовых землях низменных равнин Западной Сибири и др.

Опыт работы по освоению зональных систем земледелия со всей очевидностью свидетельствовал о необходимости углубления ландшафтного подхода.

При всем значении пространственного дифференцирования систем

земледелия по ландшафтным условиям не меньшее значение имеет адаптация его применительно к различным уровням интенсификации производства, формам организации труда, в большой мере определяющим специализацию, структуру использования земли, технологии.

На основе казахстанского, сибирского опыта разработки систем земледелия и первого экспериментального проекта земледелия, выполненного для учхоза ТСХА «Михайловское» Московской области, была разработана «Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия» (Кирюшин В.И., 1993), которая по сути дела представляла собой развернутую программу становления адаптивно-ландшафтного земледелия, а следом был подготовлен учебник «Экологические основы земледелия» (1996), в котором были изложены новые подходы к формированию систем земледелия в свете биосферной парадигмы природопользования, методология агрономической оценки и типологии земель и механизм формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

В новой концепции система земледелия рассматривалась как природно-экологическая категория, определяется шестью группами факторов:

общественные (рыночные) потребности (рынок продуктов, потребности животноводства, требования переработки продукции);

агроэкологические требования культур и их средообразующее влияние;

агроэкологические параметры земель (природно-ресурсный потенциал);

производственно-ресурсный потенциал, уровни интенсификации;

хозяйственные уклады, социальная инфраструктура;

качество продукции и среды обитания, экологические ограничения.

Исходя из этого подхода, было сформулировано определение системы земледелия: **адаптивно-ландшафтная система земледелия — это система использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными**

(рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Термин «ландшафтная» в названии системы означает, что она разрабатывается применительно к конкретной категории агроландшафта, трансформированной через призму агроэкологической оценки в агроэкологическую группу земель. При этом звенья систем земледелия формируются в пределах агроэкологических типов земель (т.е. участков, однородных по условиям возделывания культуры или группы культур с близкими агроэкологическими требованиями); элементы (приемы обработки, посева и т.п.) дифференцированы в соответствии с элементарными ареалами агроландшафта (т.е. элементами мезорельефа, ограниченными элементарными почвенными структурами), а организация территории осуществляется с учетом структуры ландшафта и условий его функционирования. Термин «адаптивная» означает адаптированность системы земледелия ко всему комплексу обозначенных условий.

Совокупность адаптивно-ландшафтных систем земледелия в пределах природно-сельскохозяйственной провинции названа зонально-провинциальным агрокомплексом. В пределах землепользования достаточно крупных хозяйств может встречаться несколько агроэкологических групп земель, для которых должны разрабатываться соответствующие адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Тогда их совокупность в пределах сельскохозяйственного предприятия может называться хозяйственным агрокомплексом.

2.5.4. Классификация адаптивно-ландшафтных систем земледелия и принципы их формирования

На основе данной методологии сформирована классификация адаптивно-ландшафтных систем земледелия, которая начинается с определения их агроэкологической принадлежности, исходя из природно-сельскохозяйст-

венного районирования и группировки земель в пределах провинции (таблица 3).

3. Классификация адаптивно-ландшафтных систем земледелия

Агроэкологическое условие			Основное направление растениеводства	Уровень интенсификации	Форма использования земли и воспроизводства плодородия почвы	Ограничения химизации
природно-сельскохозяйственная зона	провинция	агроэкологическая группа земель				
Среднетаежная, Южнотаежная, Лесостепная, Степная, Сухостепная	Среднерусская, Южнорусская, Предкавказская, Заволжская, Предуральская, Западносибирская	Плакорные, эрозионные, дефляционные, перувлажненные, засоленные, солонцовые, литогенные, мерзлотные	Зерновая, кормовая, технических культур, лугопастбищная	Экстенсивная, нормальная, интенсивная, высокоинтенсивная (точная)	Паровая, плодосменная, мелиоративная, контурно-мелиоративная, гребне-рядовая	Биодинамическая, органическая

Пример. Западносибирская лесостепная зернокормовая противозероэрозийная интенсивная система земледелия на холмисто-увалистых равнинах с выщелоченными черноземами.

Реализация потенциальных возможностей использования земельного ресурса, определяемого группой земель, зависит от потребностей рынка и производственного потенциала товаропроизводителя, уровня интенсификации и социально-экономических условий, что также отражено в классификации. Из экологически возможного набора культур специализация растениеводства окончательно определяется рынком, что обозначается терминами «зерновая», «кормовая» и т.д.

Количественная и качественная сторона производства зависит от уровня его интенсификации, т.е. наукоемкости и обеспеченности современными производственными ресурсами. В данном отношении системы земледелия разделяются на экстенсивные, нормальные, интенсивные и высокоинтенсивные (точные).

Экстенсивные системы земледелия, рассчитанные на использование естественного плодородия почв без удобрений, мелиораций и пестицидов или с очень ограниченным их применением, имеют в основном низкую эф-

фективность и несут экологические риски, особенно на маргинальных землях (эрозионных, солонцовых и др.).

На богатых почвах они обеспечивают экономически эффективную продуктивность. Особенностью этих систем является достаточно высокая доля чистого пара в степных и лесостепных районах и многолетних трав в севооборотах в гумидных районах, отвальная система обработки почвы с интенсивным применением механических обработок для борьбы с сорняками, использование толерантных сортов, устойчивых к неблагоприятным условиям, в том числе к дефициту элементов питания.

Нормальные системы земледелия характеризуются оптимизированными структурами угодий, структурой пашни, набором сельскохозяйственных культур в соответствии с агроэкологическими условиями, рациональными севооборотами, противоэрозионной организацией территории, почвозащитными агротехнологиями. Уровень применения минеральных удобрений и пестицидов обеспечивает освоение почвозащитных систем обработки почвы (плоскорезной, безотвальной), оптимизацию доли чистого пара, устранение острых дефицитов элементов питания, производство продукции удовлетворительного качества, в частности продовольственного зерна пшеницы. В этих системах используются пластичные сорта зерновых культур.

Интенсивные системы земледелия ориентированы на использование культур с высокими требованиями к их возделыванию, интенсивных сортов с высоким генетическим потенциалом, способных к усвоению большого количества элементов питания, в связи с чем существенно возрастает уровень применения минеральных удобрений и усиливается применение пестицидов в системе защиты растений. Данные системы земледелия формируют в наиболее благоприятных климатических и почвенно-ландшафтных условиях на основе ГИС агроэкологической оценки земель. Благодаря оптимальной плотности почв и регулированию фитосанитарной ситуации обеспечивается применение минимальной и нулевой обработки почвы. Система удобрения ориентирована на планируемую урожайность с учетом генетического потен-

циала растений и окупаемости затрат агрохимических средств. Управление производственным процессом осуществляется по микропериодам органогенеза.

Высокоинтенсивные системы (точные) предполагают наиболее полное использование достижений научно-технического прогресса, создание сортов растений с заданными параметрами продуктивности и качества, современные средства реализации их генетического потенциала, оптимальную организацию территории на основе идентификации ландшафтно-экологических связей с помощью новейших методов математического моделирования и информатизации. Точное земледелие включает в себя:

проектирование АЛСЗ и агротехнологий на основе электронных ГИС;

выделение производственных участков с достаточно однородным почвенным покровом и оптимальными условиями увлажнения, теплообеспеченности и почвенного плодородия;

прецизионную предпосевную обработку почвы, точный посев, дифференцированное внесение удобрений и других агрохимических средств в соответствии с микроструктурой почвенного покрова и состоянием посевов;

регулирование производственного процесса специальных сортов растений по микропериодам органогенеза с использованием самонастраивающихся автоматизированных средств на основе электронных систем управления;

идентификацию состояния посевов, прогноз урожайности и качества продукции на основе автоматизированных дистанционных систем наблюдения, картирование урожайности в процессе уборки.

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия реализуются пакетами агротехнологий для различных агроэкологических типов земель при разных уровнях производственно-ресурсного потенциала (экстенсивные, нормальные, интенсивные, высокие). Чем выше уровень интенсификации агротехнологий, тем больше учитывается агротехнологических параметров и детальнее землеоценочная основа.

В качестве одного из традиционных критериев классификации систем земледелия применяется форма использования земли и воспроизводства пло-

дородия почвы. По этому критерию выделяются виды систем земледелия: паровая, плодосменная, контурно-мелиоративная и др.

В особую категорию выделены системы земледелия с ограничениями или исключением применения удобрений и пестицидов во избежание риска загрязнения водоохранных, курортных зон и т.п. В эту же категорию отнесены альтернативные системы земледелия: биодинамическая и органическая.

Основная суть механизма формирования адаптивно-ландшафтной системы земледелия заключается в том, чтобы:

исходя из биологических и технологических требований сельскохозяйственных растений найти отвечающую им агроэкологическую обстановку или создать ее путем последовательной оптимизации лимитирующих факторов с учетом экологических ограничений техногенеза;

с учетом почвенно-ландшафтных связей и энергомассопереноса обеспечить устойчивое функционирование агроландшафтов, исключить процессы их деградации и загрязнения.

Для этой цели предстояло формализовать «требования растений» в виде системы агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур, сформировать адекватную ей систему агроэкологической оценки земель и ландшафтно-экологического анализа территории и на этой основе разработать методологию адаптации систем земледелия к совокупности означенных выше агроэкологических и социально-экономических факторов, а затем методу проектирования АЛСЗ.

2.6. Адаптация земледелия к агроэкологическим условиям

2.6.1. Ландшафтная адаптация земледелия

2.6.1.1. Понятие природного ландшафта и сельскохозяйственного ландшафта

Представление о ландшафтах и ландшафтной оболочке Земли является

наиболее общим выражением системного подхода к природе. Ландшафтная оболочка представляет собой иерархию природных образований различных пространственно-временных масштабов. В географической литературе за такими образованиями закрепился термин «природно-территориальный комплекс» (ПТК), под которым понимается совокупность взаимосвязанных природных компонентов (литогенной основы, воздушных масс, природных вод, почв, растительности и животного мира) в форме территориальных образований различного иерархического ранга. Термином ПТК обозначаются ландшафтно-географические объекты любой размерности – от пятна солонца до физико-географической страны.

В качестве базовой категории в ландшафтоведении используется понятие ландшафта. Наиболее общепринятое его определение принадлежит Н.А.Солнцеву: ландшафт – это генетически однородный природный территориальный комплекс, имеющий одинаковый геологический фундамент, один тип рельефа, одинаковый климат и состоящий из свойственного только ему набора динамически сопряженных и закономерно повторяющихся урочищ.

Данная формулировка недостаточно определяет географический адрес ландшафта, его пространственную размерность.

С углублением системной иерархичности понятие ПТК уступает понятию географической системы (геосистемы). Данная категория, введенная В.Б. Сочавой (1978), определяется как «земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической средой и человеческим обществом».

В структуре ландшафтной оболочки Земли представлены геосистемы различных пространственно-временных масштабов. Они составляют многоступенчатую систему таксонов, именуемую иерархией природных геосистем (таблица 4).

4. Иерархия природных геосистем

Геосистемные уровни	Иерархические таксоны геосистем	
	Зональные	Азональные
Планетарный	Ландшафтная оболочка земли	
	Физико-географические пояса	Континенты, океаны, субконтиненты
Региональный	Физико-географические:	
	зоны, подзоны, провинции,	страны, области,
	районы, ландшафты	
Локальный	Морфологические единицы ландшафта:	
	местности, урочища, подурочища, фации	

Согласно этой классификации ландшафт представляет собой наиболее крупную таксономическую единицу топологической размерности и наименьшее подразделение региональной размерности. Отсюда вытекает соответствующее определение данной категории: *природный ландшафт – геосистема наименьшей региональной размерности, состоящая из взаимосвязанных генетически и функционально локальных геосистем, сформировавшихся на единой морфоструктуре в условиях местного климата*. Локальные геосистемы (морфологические единицы) представлены фациями, подурочищами, урочищами и местностями.

Между компонентами геосистемы осуществляется вещественно-энергетический и информационный обмен. Наиболее яркое проявление вещественно-энергетических связей – биогеохимический круговорот веществ, характеризующий ландшафт как целостную геосистему. Информационные взаимосвязи в ландшафтах прослеживаются как в пространстве, так и во времени. Суть их состоит в передаче территориального и временного упорядоченного разнообразия одними природными компонентами другим. Компоненты геосистемы как бы стремятся запечатлеть свою пространственно-временную организацию в других компонентах и геосистеме в целом. Например, разнообразие горных пород и рельефа находит соответствующее

отражение в пространственной смене почвенного и растительного покрова, водного режима и микроклимата.

Межкомпонентные связи в ландшафте не являются абсолютно жесткими и носят вероятностный характер. Они обладают некоторой степенью свободы, благодаря чему ландшафт может более или менее пластично реагировать на возмущения внешней среды (Николаев В.А., 2000). До определенных пороговых нагрузок он способен оставаться относительно устойчивым.

С экологических позиций ландшафт рассматривается как средообразующая и ресурсовоспроизводящая геосистема, включающая живое вещество. Эта геоэкологическая точка зрения развивается в терминах «экосистема» и «биогеоценоз».

В отличие от природных ландшафтов природно-антропогенные ландшафты включают три подсистемы: природную, социальную и производственную, которые взаимодействуют друг с другом посредством прямых и обратных вещественных, энергетических и информационных связей. Создание культурного ландшафта достигается гармонизацией этого взаимодействия, что возможно лишь при высокой культуре природопользования.

Понятия «сельскохозяйственный ландшафт» и «агроландшафт» требуют разделения и конкретизации. Первый обычно рассматривается в общехозяйственном и социальном аспекте, второй – с позиций земледелия. Часто они используются как синонимы.

В соответствии с ГОСТом 17.87.1.02.88 сельскохозяйственным ландшафтом называется ландшафт, используемый для целей сельскохозяйственного производства, формирующийся и функционирующий под его влиянием.

Точнее можно определить сельскохозяйственный ландшафт как антропогенно-природный ландшафт, обусловленный сельскохозяйственной деятельностью, в котором природная основа сочетается с производственной и социальной инфраструктурой (культурный, аккультурный, в том числе деградированный). Данную категорию правильнее

определять как природно-сельскохозяйственный ландшафт.

2.6.1.2. Функции и природно-ресурсный потенциал ландшафта

При решении задач ландшафтного планирования используется следующая группировка функций ландшафта Ландшафтное планирование..., 2006):

- 1) биопродукционная (и биоресурсная);
- 2) биотопическая;
- 3) газообменная, водо- и климатоформирующая и регулирующая;
- 4) почвообразующая, отчасти также минерало- и порообразующая;
- 5) селитебная, транспортная, лесо-, водо- и сельскохозяйственная;
- 6) санитарно-гигиеническая и рекреационная;

7) информационная и культуроформирующая в целом (включая формирование эмоционально-психологических особенностей характера людей, их знаний и мировоззрения).

Каждая из названных групп функций представляет собой сложное сочетание более частных функций. Мерой возможного выполнения этих функций ландшафтом является природно-ресурсный потенциал. Определив его, можно оценить способность ландшафта удовлетворять сельскохозяйственные, промышленные и другие потребности общества. Природно-ресурсный потенциал означает не максимальный запас ресурсов, а только ту их часть, которая используется без разрушения структуры ландшафта.

Первые четыре группы названных функций являются природными, три последних - социально-экономическими.

Все эти функции взаимосвязаны.

Биопродукционная функция выражается в способности ландшафта обеспечивать людей продуктами питания и производственным сырьем. Одновременно органическое вещество почвы служит основой функционирования всей геосистемы. Изъятие из неё вещества и энергии сверх допустимых пределов приводит к деградации ландшафта.

Способность ландшафта продуцировать биомассу характеризуется биологическим потенциалом. Это базовая категория природно-ресурсного потенциала. Мерой биологического потенциала геосистемы считается величина ежегодной биологической продукции.

Биологическая функция означает способность ландшафта сохранять необходимый уровень биологического разнообразия, включая разнообразие видов растений и животных, а также генетический фонд природы. Благодаря существованию в ландшафтах множества биотопов, т. е. мест обитания различных растений и животных поддерживается их устойчивость.

Группа функций ландшафта, ответственных за сохранение газового состава атмосферы, водный режим и качество воды, относительную устойчивость климата обеспечивается, прежде всего, нормальным состоянием растительности и почвенного покрова. Именно эти два компонента ландшафта являются основными регуляторами множества процессов, связывающих в целостную систему состав атмосферы, гидрологический цикл и климат.

Почвообразование принадлежит к числу важнейших функций ландшафта. Сами почвы несут целый ряд экологических функций: биоэкологические, биоэнергетические, биохимические, гидрологические и гидрогеологические, газоатмосферные, биоценотические. В зависимости от почвенных условий формируется различная плотность жизни на Земле, обеспечивая биологическое разнообразие видов. С плотностью бионаселения связано плодородие почвы в широком понимании.

В органическом веществе почвы аккумулируется энергия, благодаря которой функционируют микроорганизмы. Все биологические циклы элементов осуществляются через почву, которая служит геомембраной и аккумулятором биофильных элементов. Она – связующее звено между биологическим и геологическим круговоротом. Почва защищает литосферу от слишком интенсивного воздействия экзогенных факторов и, соответственно, от разрушения. Почва играет роль посредника между поверхностным и грунто-

вым стоками. В результате круговорота воды почва избирательно отдает в поверхностный и подземный сток растворимые в воде химические соединения, определяя в значительной мере гидрохимическую ситуацию в ландшафте, которая зависит от гидрофизических свойств почвы и ее обменной способности.

Почва участвует в формировании газового состава атмосферного воздуха, что связано с деятельностью почвенных микроорганизмов, дыханием корней и животных. Из почвы в атмосферу поступает поток различных газов, в том числе парниковых (CO_2 , метан, оксиды азота и др.). Посредством дыхания почвы и растений, а также фотосинтеза поддерживается постоянство состава атмосферного воздуха.

Среди биоценотических функций почвы особое место занимают санитарные функции, способность почвы к самоочищению. В земледелии важное значение имеет способность почв разлагать пестициды. Почва обладает антисептическими свойствами, ограничивающими развитие болезнетворных микроорганизмов. Поглотительной способностью почвы определяется её буферность, поддержание определенной реакции среды, состава почвенного раствора. Поглотительная способность почв в значительной мере определяет экологическую емкость ландшафта.

Группа хозяйственных функций связана с обширными пространствами и разнообразием компонентов ландшафтов. При планировании хозяйственной деятельности особенно важно учитывать горизонтальные (латеральные), а не только межкомпонентные ландшафтные связи (вертикальные или радиальные).

Санитарно-гигиеническая и рекреационная функции учитываются при планировании тех свойств ландшафта, которые обеспечивают здоровье людей. В реализации этих функций заключается социальный смысл охраны природы. Совокупность природных условий ландшафта, благоприятно влияющих на человеческий организм, составляют рекреационный потенциал.

Информационная и культуроформирующая функции не имеют прямого потребительского значения, но они важны для сохранения культуры людей. Информационная функция обеспечивается способностью ландшафта служить архивом природы, сохраняя в научном и общекультурном смысле объекты, к числу которых относятся археологические, геологические, биологические редкости и памятники природы.

Разнообразные функций ландшафта (например, рекреационная и добыча полезных ископаемых, селитебная и лесохозяйственная) в разной степени совместимы или несовместимы. Выбор приоритетных и дополнительных форм использования ландшафта связан с анализом его функций, их взаимодействия и взаимозависимости, оценкой их значимости и ресурсного потенциала.

2.6.1.3. Использование понятий и методологии ландшафтоведения в земледелии

Первые попытки оценки и типизации земель для адаптивно-ландшафтного земледелия связаны с использованием структуры ландшафта и других категорий географического ландшафтоведения. К сожалению, надежды на использование достижений этой науки в должной мере не оправдались.

Как отмечает Е.Ю. Колбовский в учебнике «Ландшафтоведение» (2007), несмотря на тончайший исследовательский аппарат и теоретические разработки, не имевшие аналогов за рубежом, в советскую эпоху прикладное значение ландшафтоведения было, мягко говоря, незначительным. Практики различных отраслей только продекларировали свое желание перейти на «ландшафтные основы» хозяйствования, планирования или проектирования, но на деле остались в рамках сугубо отраслевых подходов и ведомственных представлений. Так, например, произошло с двумя важнейшими отраслями — лесоводством и сельским хозяйством. Ни лесоводы, ни агрономы не смогли сколько-нибудь продуктивно адаптировать достижения теории ландшафта к своим производственным нуждам.

Сам же автор этого тезиса дает ему объяснение: «Ландшафтоведение оказалось слишком «затеоретизированным» и далеким от практики. Это тем более досадно, если иметь в виду, что в странах Запада (например, Великобритании, Нидерландах, Франции, США и Канаде) географы смогли выдать практикам очень полезные и конкретные рекомендации по обустройству лесных ландшафтов, агрономии, созданию сетей «живой природы».

Тем временем интенсивные мелиоративные работы и полезное лесоразведение выполнялись в широких масштабах без достаточного ландшафтно-экологического обоснования, не говоря уже о проектировании мелиоративных систем с учетом бассейновых связей и т.п. Все это привело к известным экологическим и экономическим издержкам.

Наши попытки прямого использования категорий ландшафтоведения были связаны прежде всего с применением классификации природных ландшафтов. Для этого мы обобщили известные классификации А.Г. Исаченко, Ф.Н. Милькова, В.А. Николаева. Классификация природных ландшафтов была представлена в следующей иерархии: отделы (наземные, земноводные, водные, донные); системы (арктическая, субарктическая, бореальная, суббореальная семиаридная, суббореальная аридная, субтропическая); подсистемы (умеренно континентальные, континентальные, резко континентальные, приокеанические); классы (равнинные, горные); подклассы (возвышенные, низинные, низменные, низкогорные, среднегорные, высокогорные); типы равнинные зональные (тундровые, таежные, лесостепные, степные, полупустынные, пустынные); типы интразональные (болотные, луговые, солонцовые, солончаковые и др); подтипы (подзональные); роды равнин (пластовые, эрозионные, ледниковые, аллювиальные и т.д.); подро́ды (моренные, покровные, лессовые, морские, элювиальные); виды (по условиям мезорельефа и мезоструктуры почвенного и растительного покрова).

На основе этой классификации была разработана классификация природно-сельскохозяйственных ландшафтов. Для этого в соответствующие таксоны были введены изменения, отвечающие глубине трансформации при-

родного ландшафта. На уровне типа (зональных и интразональных) выделялись слабоизмененные, переувлажненные, аридизированные, ирригационные, болотные мелиорированные; на уровне рода – террасированные эродированные, промышленно-нарушенные, рекультивированные; на уровне вида – освоенные целинные, освоенные распаханые, залежные, окультуренные, противозерозионно-организованные, деградированные, загрязненные, а также полевые, садовые, луго-пастбищные, лесохозяйственные (Кирюшин В.И., 1996).

Эти незамысловатые классификации имели единственной целью определение местонахождения объекта и наиболее общие его природные характеристики. Например, полное название ландшафта в соответствии с этой классификацией может звучать так: «бореальный, умеренно-континентальный (восточно-европейский), южно-таежно-лесной, моренно-водно-ледниковый, увалисто-волнистый ландшафт под мелколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах в комплексе с дерново-подзолистыми глееватыми. Это название означает экологический адрес объекта, его визитную карточку. Если бы такая классификация или подобная ей стала общемировой, можно было бы легко использовать сельскохозяйственный опыт и агротехнологии различных стран, экстраполируя их на аналогичные агроэкологические условия.

Разумеется, генетические классификации непригодны для агроэкологической дифференциации систем земледелия и проектирования агротехнологий. Для этого нужна такая классификация ландшафтов, в которой они рассматриваются через призму их агроэкологической оценки. Эта уже задача агроэкологической типизации и ландшафтно-экологической классификации земель.

2.6.1.4. Понятие агроландшафта

В целях формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия используется понятие агроландшафта, который следует рассматривать как целенаправленно детерминированную категорию, как геосистему, преломленную через призму агроэкологических требований сельскохозяйственных

культур, условий их возделывания, потребностей животных и человека.

Агроландшафт – это геосистема, выделяемая по совокупности ведущих агроэкологических факторов (определяющих применение тех или иных систем земледелия), функционирование которой происходит в пределах единой цепи миграции вещества и энергии. С точки зрения агроэкологической типологии земель агроландшафт соответствует агроэкологической группе земель. С позиций генетико-морфологической структуры он может соответствовать ландшафту, местности, урочищу или подурочищу. Например, при сильной расчлененности территории агроландшафт чаще всего будет соответствовать ландшафту, в пределах которого потребуются противоэрозионная система земледелия. В случае крупных форм мезорельефа агроландшафты могут соотноситься с подурочищами. Например, на многокилометровых по длине и достаточно широких (1...2 км) плоских вершинах грив Северной Кулунды (подурочища) практикуется зернопаровая противодефляционная система земледелия, нижние части склонов грив и делювиальные шлейфы с солонцовыми комплексами (подурочища) используются в противосолонцовой системе земледелия; на межгривных понижениях располагаются солонцовые пастбища.

Использование морфологических единиц природного ландшафта (подурочище, урочище, местность) при структуризации агроландшафтов имеет значение для организации территории (противоэрозионной, мелиоративной) и для экологического нормирования территории.

Первичная структурная единица агроландшафта включает одну или несколько фаций составляющих единое целое с точки зрения земледельческого использования. В качестве таковой рассматривается *элементарный ареал агроландшафта (ЭАА), который представляет собой участок на элементе мезорельефа, ограниченный элементарной почвенной структурой (реже – элементарным почвенным ареалом) при одинаковых геологических и микроклиматических условиях* (Кирюшин В.И., 1993).

2.6.1.5. Дифференциация земледелия с учетом структуры, агроландшафтов и энергомассопереноса

Сохранение экологических функций агроландшафта, предупреждение процессов деградации – важнейшая задача адаптивно-ландшафтного земледелия. Эта задача связана с поддержанием и регулированием почвенно-ландшафтных связей, определяющих процессы энергомассопереноса, функционирование агроландшафта. Вторжение в агроландшафтные связи сведением лесов, массовой распашкой земель, перевыпасом скота и т.п., выводя ландшафты из природного равновесия, становилось причиной деградации вначале растительного покрова, а затем рельефа и гидрографической сети.

Элементы ландшафта связаны между собой определенными потоками миграции веществ. В плане сохранения и оптимизации этих потоков можно говорить о геохимической адаптации земледелия, экологическом нормировании агротехнологий с учетом геохимических ландшафтов и геохимических барьеров.

Геохимический ландшафт – совокупность сопряженных элементарных ландшафтов, связанных определенными условиями миграции химических соединений. В геохимическом отношении элементарному ареалу агроландшафта соответствует *элементарный геохимический ландшафт* (ЭГЛ) – пространство с одинаковой или регулярно чередующейся разной интенсивностью миграции и аккумуляции соединений, обусловленной действием одинаковых (или регулярно чередующихся) геохимических барьеров (по типу, силе и локализации).

По характеру миграции и аккумуляции веществ выделяются три основные категории ЭГЛ (рисунок 3):

1. *Элювиальные* (автономные, автоморфные) – геохимически независимые ландшафты, характеризующиеся выносом наиболее растворимых и подвижных соединений. Это повышенные водораздельные территории, где почвообразование не зависит от грунтовых вод, боковой приток материала отсутствует, а его расход происходит путем стока и просачивания.

На общем фоне элювиального геохимического ландшафта по микро- и мезопонижениям, в которых создаются условия для концентрации продуктов миграции, выделяются аккумулятивно-элювиальные ЭГЛ.

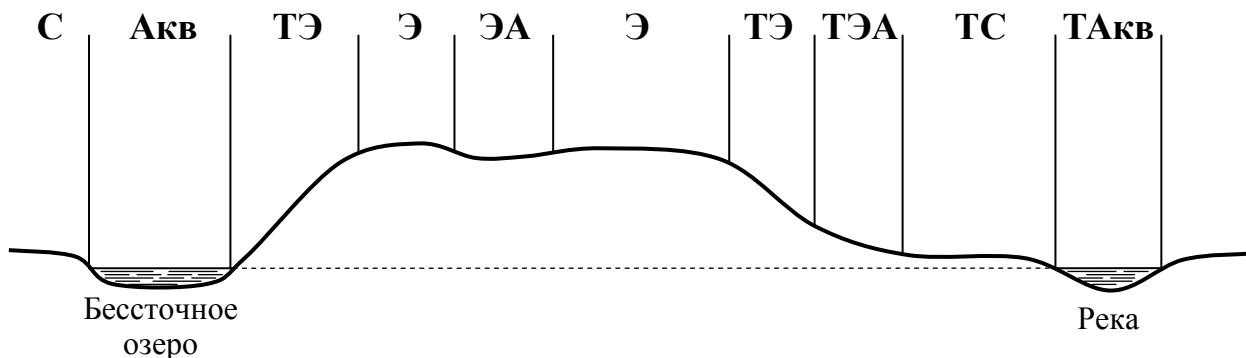


Рис. 3 Схема классификации элементарных геохимических ландшафтов по
Польшину – Глазовской

2. *Транзитные ландшафты* – геохимически подчиненные, в них частично аккумулируются некоторые соединения, а наиболее растворимые и подвижные выносятся. В зависимости от условий стока М. А. Глазовская выделяет трансэлювиальные и трансэлювиально-аккумулятивные ландшафты. К первым относятся верхние части склонов, где вынос веществ по профилю сочетается с поверхностным переносом, ко вторым – нижние части и шлейфы склонов, где перенос веществ сочетается с аккумуляцией, в которой могут участвовать грунтовые воды.

3. *Аккумулятивные ландшафты* – это прилегающие к склонам территории, аккумулирующие поверхностный и грунтовый сток. Для них характерно накопление наиболее подвижных продуктов выветривания и почвообразования.

По Б. Б. Польшину эти ландшафты разделяются на супераквальные (гидроморфные) и субаквальные.

Супераквальные ландшафты формируются в поймах, надпойменных террасах, котловинах с близкими грунтовыми водами. Они подвергаются влиянию стока с водоразделов, нередко затоплению. М.А. Глазовская выде-

ляет трансупераквальные ландшафты частично дренированные с интенсивным водообменом и собственно супераквальные ландшафты замкнутых понижений со слабым водообменом.

Субаквальные ландшафты подразделяются на трансаквальные (реки, проточные озера) и аквальные (непроточные озера).

Сопряженные ЭГЛ, связанные определенными условиями миграции химических соединений, образуют элементарные геохимические системы, которые объединяются в более сложные структуры, называемые М. А. Глазовской каскадными ландшафтно-геохимическими системами. По условиям сброса они могут быть открытыми с конечным сбросом веществ в моря и океаны или закрытыми с конечными звеньями каскадной цепи в бессточных впадинах; по форме - линейными, рассеивающими или концентрирующими, по числу звеньев - I-го, II-го, III-го и более высоких порядков.

В каждой зоне формируются характерные типы сочетаний почвенно-геохимических ландшафтов.

Классификация элементарных геохимических ландшафтов служит объективной основой для формирования системы агроэкологических ограничений техногенно-химических нагрузок, для предотвращения эрозии, загрязнения почв и вод токсикантами. Степени свободы применения химических средств значительно уменьшаются от элювиальных ландшафтов к супераквальным. В элювиальных ландшафтах можно применять высокоинтенсивные технологии с использованием средств химизации при соблюдении общепринятых норм и правил безопасности; в аккумулятивных должно быть исключено применение опасных пестицидов и резко ограничено использование азотных удобрений, а потребности азота должны удовлетворяться преимущественно за счет повышения доли бобовых культур. На трансэлювиальных элементах необходима регламентация уровней применения азотных удобрений, пестицидов и технологий их внесения в зависимости от интенсивности смыва, в частности, должно быть исключено поверхностное внесение.

Геохимические барьеры. Миграция веществ осуществляется в мигра-

ционных потоках: гравитационных (под влиянием силы тяжести), эоловых, водных, биологических, биогенных (перемещение организмов по территории), антропогенных. Преобладающую роль в геохимической дифференциации территории играют водные потоки.

Характер и интенсивность миграции зависят от свойств веществ, условий накопления и передвижения воды, химического, минералогического и гранулометрического состава почвогрунтов, свойств и режимов почв. Эти условия очень изменчивы. В результате возникают участки, где на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции, приводящее к концентрированию химических элементов. Они названы А.И. Перельманом геохимическими барьерами.

Выделяются три типа геохимических барьеров: биогеохимические, физико-химические и механические.

I. *Биогеохимические барьеры* являются участками биогенной аккумуляции элементов, необходимых для организмов. Примерами таких барьеров могут служить растительный покров суши, гумусовые горизонты почв, колонии микроорганизмов и др.

II. *Физико-химические барьеры*. Тип делится на несколько классов.

Окислительные барьеры возникают на участках резкого повышения окислительно-восстановительного потенциала. В зависимости от аккумуляруемых элементов выделяют следующие виды окислительных барьеров:

а) железистый или железисто-марганцевый барьер возникает на контакте глеевых вод с кислородными водами или воздухом, приводящем к выпадению гидроксидов Fe и Mn.

б) марганцевый барьер возникает преимущественно в легкопроницаемых породах и в болотных почвах в условиях миграции слабощелочных (лишенных Fe) вод.

в) серный барьер возникает в результате окисления сероводорода подземных или почвенно-грунтовых вод.

Восстановительные барьеры возникают при резком падении окисли-

тельно-восстановительного потенциала. В зависимости от среды выделяют сульфидный и глеевый восстановительные барьеры.

Сульфидный (сероводородный) барьер возникает в почвах и водоносных горизонтах при контакте вод, характеризующихся окислительными или глеевыми условиями, с сероводородом. Из растворов ряд металлов (Fe, V, Zn, Co, Pb, U, Ni, As, Cd, Hg, Ag, Se) выпадает в виде нерастворимых сульфидов.

Глеевый барьер возникает при резком усилении глеевой обстановки. На нем не осаждаются Fe, Mn, P и многие элементы с постоянной валентностью, осаждаемые в сероводородной среде; возможно осаждение U, Se, V, Cu, Ag.

Сульфатный и карбонатный барьеры возникают в местах встречи сульфатных и карбонатных вод с водами, содержащими растворенные Ca, Sr и Ba, которые и осаждаются в форме сульфатов и карбонатов.

Щелочной барьер возникает на участках резкого повышения pH, чаще всего на контакте бескарбонатных пород с карбонатными. Осаждает большинство тяжелых металлов, загрязняющих почвенную среду (Fe, Al, Ca, Mg, Mn, Sr, V, Cr, Zn, Ni, Co, Pb, Cd).

Испарительный барьер возникает на участках сильного испарения подземных и почвенно-грунтовых вод, из которых осаждаются растворенные соли. Так образуются солевые горизонты в солончаках и солончаковых почвах. Водорастворимые органоминеральные комплексы могут выпадать при испарении в почве и закрепляться на различной глубине. С испарительным барьером может быть связано концентрирование Ca, Na, K, Mg, F, S, Sr, Cl, Rb, Zn, Li, Ni, V, Mo.

Адсорбционные барьеры возникают на контакте пород и почв, богатых адсорбентами (глин, торфов, углей), содержащими различные ионы. В форме катионов и анионов на адсорбентах возможно накопление Ca, K, Mg, P, S, Rb, V, Cr, Zn, Ni, Cu, Co, Pb, V, As, Mo, Hg, Ra.

Термодинамические барьеры возникают на участках резкого изменения температуры или давления, с которыми тесно связан газовый режим вод. Примером может служить выпадение из растворов гидрокарбоната кальция

при перемещении из более холодных слоев в теплые (потеря CO_2).

III. *Механические барьеры* образуются на участках изменения скорости движения вод или воздуха.

Часто выпадение и концентрация веществ является следствием одновременного действия нескольких геохимических барьеров, накладывающихся друг на друга. Геохимические барьеры сменяют друг друга в пространстве, что обуславливает сложное распределение ландшафтно-геохимических полей со свойственными им геохимическими ассоциациями элементов. Понимание этих связей необходимо для прогнозирования техногенного геохимического воздействия на ландшафты и его регулирования.

Анализ и оценка геохимических условий является составной частью ландшафтно-экологического анализа территории, который включает также оценку жидкого и твердого стока, естественной дренированности территории, подверженность водной и ветровой эрозии. Эта работа выполняется в соответствии с методическим руководством «Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий» (2005).

2.6.2 Агроклиматическая адаптация земледелия и ее особенности в связи с текущим изменением климата

Россия – страна с наиболее холодным и континентальным климатом. Через ее территорию проходят северные границы возделывания всех важнейших сельскохозяйственных культур умеренного пояса Земли.

Многообразие физико-географических условий обуславливает климатическую изменчивость регионов и отдельных хозяйств. Принято выделять четыре уровня агроклиматической информации: зональную - макроклиматическую; региональную – мезоклиматическую; отдельного хозяйства (поля) – микроклиматическую; отдельного контура в пределах поля - наноклиматическую. Такая систематизация несколько условна, но удобна для локальных оценок изменений климата. Здесь обеспечивается принцип трансформации

макроклимата как фонового через мезоклимат с учетом местных физико-географических и ландшафтных условий в микроклимат отдельных агроэкологических групп, типов земель до элементарных почвенных структур и ареалов.

Уровень микроклиматической детализации необходим и достаточен для выработки стратегических (долгосрочных), плановых (на вегетационный период) и оперативных (в ходе управления онтогенезом растений в посеве) агрономических и агромелиоративных решений. Такая детализация выполняется на основе оценки пространственного распределения агрометеорологических параметров в конкретных ландшафтных структурах с использованием соответствующих материалов и картографических данных о земельных угодьях сельхозтоваропроизводителей.

Характерной особенностью климата России является континентальность, нарастающая с запада на восток по мере ослабления переноса влажных и теплых атлантических масс воздуха. Резкие колебания температур и условий увлажнения как в сезонном, так и в суточном циклах сильно осложняют ведение земледелия. Стрессовые условия, возникающие при перепадах температур и влажности воздуха, при внезапных засухах и заморозках негативно влияют на продукционный процесс, снижают устойчивость растений к вредным организмам. При этом потенциальное плодородие почв часто не совпадает с влагообеспеченностью и теплообеспеченностью агроценозов.

Все это требует решения множества задач по агроклиматической адаптации агротехнологий, в частности, углубления агроклиматического районирования, развития имитационного моделирования продукционных процессов в агроценозах и их регулирования в соответствии с динамикой агроклиматических ресурсов с элементами их прогнозирования. Эти и подобные им задачи входят в программы научно-исследовательских и проектно-испытательских работ по земледелию.

Очевидно, их разработка должна быть соотнесена с новейшими представлениями о глобальных изменениях климата. Это значит, что в соответ-

ствии с установленными климатологами тенденциями изменения климата и выдвинутыми гипотетическими сценариями его развития в существующие аграрные программы НИР должны быть включены исследования по влиянию этих изменений на агроэкосистемы.

Чтобы сформировать новые подходы, необходимо определить сущность самого понятия изменения климата и идентифицировать формы его проявления. По терминологии Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), под изменениями климата понимаются статистически существенные вариации среднего состояния и (или) его изменчивости (дисперсии), устойчивость которых сохраняется на протяжении длительного (десятилетие и более) времени. При этом состояние климата характеризуется набором независимых термо- и гидродинамических характеристик климатической системы «океан-суша-атмосфера».

Главным фактором современных глобальных изменений является потепление климата вследствие повышения концентрации парниковых газов в атмосфере под влиянием природных и антропогенных условий. В обширной литературе по данной проблеме существует множество толкований причин изменения климата, его проявлений, гипотез и прогнозов. Учитывая недостаточную обоснованность, гипотетичность существующих взглядов, противоречивость ряда положений, следует критически относиться к различным декларациям, особенно претендующим на практические рекомендации. В числе наиболее объективных следует выделить следующие характеристики изменений климата.

Средняя годовая температура по России за вторую половину XX века выросла на 1°C. При этом потепление отмечается, прежде всего, в зимние месяцы. На востоке, севере и в центре Европейской части России заметно сократился безморозный период. В отдельных районах летом возросла повторяемость некоторых экстремальных явлений: интенсивных дождей, засух, резких похолоданий.

Изменения климата неоднородны во времени и пространстве. Суще-

ствующие представления об улучшении агроклиматических условий в основных сельскохозяйственных районах России не следует воспринимать слишком однозначно. Более определенно можно говорить о возросшей изменчивости климата, о непредсказуемости. Об этом свидетельствует анализ климатической обстановки России, проведенный под руководством А.Л. Иванова (Глобальные изменения климата и прогноз рисков ..., 2009).

Наиболее сложный аспект изменчивости - нарушение соответствия почвенных условий климатическим. Например, усиление засух в таежно-лесной зоне обостренно сказывается на ухудшении физических свойств дерново-подзолистых почв в связи с низкой водоудерживающей способностью, увеличением плотности и механической прочности. Черноземы более «буферны» по отношению к засухам, но уязвимы к переувлажнению. Повышение условий увлажнения в черноземной зоне имеет двоякий результат. При умеренном увлажнении повышается продуктивность вторично полугидроморфных черноземных почв. Переувлажнение их по микропонижениям и заболачивание в понижениях мезорельефа резко снижает эффективность использования земель. Усиливается выпадение озимых вследствие вымокания.

В случае значительного потепления подъем уровня океана в результате таяния ледников приведет к потере плодородных пойменных земель Севера, к оттаиванию поверхностных слоев мерзлотных почв с соответствующими криогенными деформациями, снижением несущей способности грунтов и возможным разрушением строительных и транспортных коммуникаций.

В связи с возрастанием неустойчивости климата важны оценки вероятности рисков возникновения экстремально низких или, наоборот, высоких значений климатических показателей. Риски экстремальных значений сильнее подвержены изменениям, чем средние значения. С преодолением рисков связано требование относительной устойчивости урожайности и хозяйственной деятельности в целом. Очевидно, эта деятельность должна строиться с учетом возможных рисков, связанных с изменением климатических условий.

2.6.3. Адаптация к геоморфологическим, литологическим и гидрогеологическим условиям

Рельеф. Адаптация земледелия к этим условиям рассматривается на уровне макро-, мезо- и микрорельефа.

В горных условиях дифференциация земледелия определяется вертикальной зональностью ландшафтов, обусловленной изменением гидротермического режима с высотой. Температура воздуха снижается в среднем на $5-6^{\circ}$ на каждый километр высоты, а атмосферное давление убывает на 1 мм рт.ст. на каждые 10-15 м высоты. Соответственно ландшафты изменяются от сухих степей до альпийских лугов. Влияние абсолютной высоты на климат и почвы сказывается не только в горных странах с их вертикальной зональностью, но и на равнинах с колебанием высот менее 250-300 м. Для возвышенностей европейской территории России каждые 100 м высоты увеличивают годовое количество осадков на 10-12 % по сравнению со средней суммой осадков на равнине.

Влияние шероховатости поверхности на осадки на этих возвышенностях составляет 6-9 % в год (30-40 мм/100 м). Суммарное влияние обоих факторов составляет 18 % суммы осадков на равнине.

Размещение систем земледелия на равнинах связано прежде всего с расчлененностью территории, с усилением которой возрастает дренированность территории, усиливается поверхностный сток и проявление водной эрозии. При горизонтальной расчлененности территории более 1 км/км^2 , как правило, требуется разработка противоэрозионных систем земледелия. Противоэрозионная инфраструктура и конкретные мероприятия разрабатывают в зависимости от строения мезорельефа, в особенности форм, крутизны, длины и экспозиции склонов. На достаточно длинных склонах водная эрозия может проявляться уже при уклонах $1-2^{\circ}$, это необходимо учитывать при проектировании полей севооборотов. В интервале уклонов $3-5^{\circ}$, наблюдается значительное развитие эрозионных процессов. Использование таких земель в пашне должно осуществляться в системе противоэрозионных меро-

приятий с исключением пропашных культур. При уклонах 5—8° практикуются почвозащитные севообороты. На склонах круче 8° преобладает сенокосно-пастбищное использование земель.

Агроэкологическая оценка мезорельефа существенно различается в зональном аспекте. В таежно-лесной зоне плоские территории с низкими абсолютными отметками, как правило, переувлажнены и заболочены. В лесостепной, а также степной зонах это лучшие земли, если они не приурочены к солевым аккумуляциям. Расчлененность территории и соответственно ее дренированность в таежно-лесной зоне способствует улучшению гидротермического режима водораздельных участков, в лесостепной и степной зонах — ухудшению влагообеспеченности агроценозов.

Влагообеспеченность конкретных местообитаний в условиях неоднородного рельефа связана с неодинаковым расходом влаги на испарение со склонов разной крутизны и экспозиции, а также перераспределением летних и зимних осадков. Зимой в пониженных элементах рельефа накапливается снег за счет сдувания его с возвышенных мест. Наветренные склоны удерживают меньше снега, а подветренные больше. На наветренных склонах мощность снежного покрова убывает от подножия к вершине, а на подветренных большие массы снега скапливаются в верхней части склона. Эти особенности снегоотложения учитывают при проведении мероприятий по снегозадержанию с помощью кулис из высокостебельных растений и других приемов.

Влажность почв вогнутых склонов возрастает от вершины к подошве, на выпуклых склонах наоборот, понижается к основанию. По мере удаления от вершины и с нарастанием уклона влажность почвы выпукло-вогнутых склонов уменьшается, а в нижней части склонов значительно увеличивается. На отдельных крутых отрезках всех склонов влажность почв уменьшается.

В сравнимых условиях наиболее увлажнены северные склоны, затем восточные, западные и южные. Северо-восточные склоны влажнее северо-западных, а юго-восточные влажнее юго-западных. В соответствии с изменяющимися условиями увлажнения на различных элементах рельефа разме-

щаются сорта сельскохозяйственных культур, изменяются дозы удобрений, корректируются нормы высева и сроки посева.

Поскольку перераспределение влаги на рельефе обусловлено в первую очередь поверхностным стоком и с ним же связано развитие водной эрозии, оценка стока в зависимости от различных условий имеет чрезвычайно важное значение. Этот важнейший ландшафтообразующий процесс характеризуется показателями жидкого, твердого и ионного стока.

В качестве характеристик жидкого стока используют: суммарный объем стока (в м^3), модуль стока (объем стока в единицу времени с единицы площади водосбора, выражаемый в л/с с 1 га), коэффициент стока (отношение величины стока к количеству осадков, выпавших на территории за тот же период времени, т.е. доля осадков, расходуемая на образование стока). Величина стока зависит от количества осадков, геологического строения водосборного бассейна, трещиноватости горных пород, рельефа, литологического строения почвогрунтов, физических свойств почв, растительного покрова, особенно залесенности. В сложных ландшафтах Центрально-Черноземной зоны при годовой сумме осадков от 450 до 550 мм потери влаги из-за поверхностного стока составляют от 40 до 80 мм. Это означает недобор урожая зерновых 5-10 ц/га и более, к чему добавляется ущерб от водной эрозии.

На южных склонах, благодаря большей инсоляции, таяние снега весной происходит более интенсивно, в результате чего существенно увеличивается сток. На этих склонах впитывается 30—80 % талых вод, в то время как на северных – 70-100 %. Поэтому на южных склонах сильнее проявляется водная эрозия. При уклонах 1-3° здесь наблюдаются смытые почвы. На северных экспозициях при тех же уклонах их меньше или нет. Соответственно в первом случае нужны противоэрозионные мероприятия, например безотвальное рыхление с сохранением пожнивных остатков и разбрасыванием измельченной соломы.

Микроклимат нижних частей склонов формируется под влиянием притока охлаждающихся воздушных масс. Здесь ниже, чем на ровных участках,

минимальные температуры воздуха (на 1-3⁰С), продолжительность безморозного периода короче на 5-10 дней, сумма температур за этот период меньше на 50-100⁰С. Нижние части южных склонов увлажнены так же, как ровные участки, а северные более влажные, причем различия составляют 10-30% ПВ.

Микроклимат подножий склонов определяется притоком охлажденного воздуха и его застоем, т.е. наличием «озер» холода. Вследствие этого минимальные температуры на 3-5 °С ниже, а максимальные практически такие же, как на равнине, безморозный период короче на 10-15 дней, суммы температур за этот период меньше на 100-200 °С, чем на прилегающих равнинах, влажность почвы больше на 20-30 % ПВ. Подножия склонов часто переувлажнены, и их использование для выращивания сельскохозяйственных культур требует применения мелиораций.

Микроклимат замкнутых мезопонижений в таежно-лесной зоне в целом характеризуется наиболее неблагоприятными условиями: застой холодного воздуха выражен резко. Это наиболее морозобойные местоположения: минимальные температуры воздуха в среднем за месяц здесь ниже фоновых на 4-6 °С, безморозный период сокращается на 20-30 дней, суммы температур за безморозный период меньше на 250-300 °С, влажность почвы в таких местоположениях выше, чем на равнине, более чем на 30 % ПВ.

Оптимальные по микроклиматическим условиям местоположения для возделывания сельскохозяйственных культур в пределах холмистого рельефа выбирают в соответствии с рассмотренными закономерностями. В северных районах (севернее 60° с.ш.) оптимальными местоположениями для произрастания сельскохозяйственных культур являются средние части склонов южной, юго-западной и западной экспозиций. Особое значение имеет выявление местоположений с относительно благоприятными микроклиматическими условиями в районах Крайнего Севера. К таковым относятся сравнительно крутые береговые склоны (крутизна 15—25°) южной ориентации, которые по сравнению с соседними равнинными участками получают примерно в 1,5 раза больше солнечной радиации, защищены от холодных северных ветров;

близость водных объектов приводит к повышению минимальных температур, наклонная поверхность способствует стоку избыточной влаги. Закрытые от холодных ветров долины, т.е. вытянутые в широтном направлении и хорошо инсолируемые, также относятся к оптимальным по микроклимату местоположениям в этом районе.

В средней части европейской территории России (50-60° с.ш.) для теплолюбивых культур также предпочтительны склоны южных ориентации, но вследствие меньшей опасности повреждения холодными адвекциями можно использовать и верхние части возвышений. Южнее 50° с.ш. уже ощущается недостаток влаги, и к оптимальным местоположениям для растениеводства относят, наоборот, северные экспозиции, подножия склонов и пониженные местоположения.

Почвообразующие породы. Большая часть почв, используемых в активном сельскохозяйственном обороте, сформированы на четвертичных почвообразующих породах. Из них наиболее благополучны лессы и лессовидные суглинки, пойменные аллювиальные отложения, затем покровные суглинки и глины. Нередко на поверхность выходят более древние породы, как правило с неблагоприятными физическими и водно-физическими свойствами. Например, на каолиновых корах формируются бедные уплотненные почвы с низкой влагоемкостью и слабой поглотительной способностью. Еще более бедны почвы на кварцевых песках. На моренных монтмориллонитовых глинах развиваются набухающие слитые почвы, крайне неблагоприятные для сельскохозяйственного использования. Такие категории почв называют литогенными. Большинство выходов пород третичного периода приурочены к эрозионным ландшафтам, особенно ледниковым. Последние часто завалунены. Большинство земель на третичных породах маргинальны, трудно поддаются улучшению. Их следует выводить из активного оборота.

Довольно широкое распространение имеют почвы на двучленных породах, когда почвообразующие породы представлены благополучными покровными лессовидными или покровными суглинками, супесями, а подсти-

лающие породы в пределах почвенного профиля глинистыми отложениями различного происхождения, или, наоборот, песками. Например, в Мещерской низменности преобладают двучленники с песчаными и супесчаными почвообразующими породами и глинистыми подстилающими. В этом случае продуктивность земель сильно зависит от глубины подстилания. При близком к поверхности расположении подстилающих пород (свыше 40 см) развивается переувлажнение почв верховодкой. При слишком глубоком подстилании складываются противоположные риски. Наиболее благополучная ситуация складывается при глубине подстилания песков 80-100 см.

В возвышенных водно-ледниковых ландшафтах таежно-лесной зоны близкое подстилание покровных суглинков глинистой мореной усиливает сток и соответственно эрозионные процессы, которые нередко сопровождаются выходом морены на поверхность.

При близком подстилании лессовидных суглинков меловыми отложениями ухудшается водный режим черноземов, усиливается проявление эрозии. Потеря верхних горизонтов таких почв в результате смыва не оставляет серьезных надежд на их реабилитацию.

Разнообразие почвообразующих и подстилающих пород и их влияние на использование земель пока что крайне слабо учитывается в практике земледелия, вследствие чего не только снижается эффективность производства, но и развиваются процессы деградации почв и ландшафтов. Например, возникновение мочаров на склонах в лесостепной зоне поблизости от лесных полос связано с выклиниванием верховодки в породах с определенной слоистостью. Вторичное засоление даже при дождевании нередко происходит на почвах с засолением глубоких горизонтов почвообразующих и подстилающих пород.

Множество неудач при проведении осушительных и оросительных мелиораций связано, прежде всего, с недостаточным учетом литологических условий. Отношение к их изучению и идентификации должно в корне измениться.

Гидрогеологические условия. Эти условия определяются глубиной залегания грунтовых вод, их качеством и динамикой. Они менее других условий учитываются в практической земледелии, хотя могут оказывать определяющее влияние на агроэкологическую обстановку, причем, с противоположными знаками.

При оптимальной глубине пресных грунтовых вод они эффективно используются растениями и существенно влияют на повышение урожайности, особенно в засушливых условиях в степной и лесостепной зонах. Лугово-черноземные и, тем более, черноземно-луговые почвы характеризуются, благодаря этому, повышенной влагообеспеченностью. Они должны выделяться в особые категории использования как по структуре посевных площадей, так и по агротехнологиям. К сожалению, в степной зоне большинство ареалов полугидроморфных и гидроморфных почв сопряжено с солевыми аккумуляциями и засоленностью грунтовых вод, что, наоборот, ограничивает их использование.

В таежно-лесной зоне влияние грунтовых вод на почвы и ландшафты резко усиливается и часто проявляется в виде заболачивания. Здесь создается довольно пестрая картина гидрогеологических режимов, которая должна оцениваться по отношению к различным сельскохозяйственным культурам.

В целом залегание грунтовых вод выше 80 см неблагоприятно для всех полевых культур и большинства многолетних трав, на уровне 80...100 см – благоприятно для большинства трав, некоторых плодовых кустарников (смородины, малины), овса, гороха, льна, но исключает возделывание плодовых культур; 100...120 см – оптимальна для большинства полевых культур, но неблагоприятна для плодовых насаждений; 120...140 см – оптимальна для косточковых плодовых культур, винограда; 140...200 см – оптимальна для семечковых плодовых, теплолюбивых косточковых (абрикоса, персика).

Растения по-разному переносят грунтовое переувлажнение. Наиболее устойчивы к нему многолетние травы, которые располагаются в ряд: донник белый (9—12 дней), люцерна средняя (10—14), житняк гребенчатый (10—

17), костер безостый (24—28), пырей мелкоцветковый (31—35), тимopheевка луговая и канареечник тростниковидный (более 40 дней).

Влияние грунтовых вод по разному сказывается в зависимости от условий проточности или застойности. Проточность оказывает благоприятное действие на растения, т. к. в этих условиях они не испытывают экологического переувлажнения при расположении корней в зоне капиллярной каймы благодаря достаточной обеспеченности кислородом и отсутствию условий накопления токсичных продуктов анаэробного разложения в почве. В застойных грунтовых водах происходит накопление токсичных продуктов анаэробного разложения, что особенно неблагоприятно для многолетних древесных насаждений.

При повышенной минерализации грунтовых вод или при слабой, но со щелочным засолением капиллярная кайма не должна находиться в зоне основного обитания корней.

Столь разнообразные условия гидрогеологического режима и их учет в адаптивно-ландшафтном земледелии требуют качественно иной системы и почвенно-экологических изысканий по сравнению с традиционной. Традиционные крупномасштабные почвенные карты весьма приблизительно отражают гидрогеологические условия, поскольку прямое определение глубины грунтовых вод производится довольно редко.

2.6.4 Адаптация к почвенным условиям

2.6.4.1 Структура почвенного покрова – матрица дифференциации земледелия

Неоднородность почвенного покрова в пределах сельскохозяйственного поля приводит к пестроте урожайности, причем диапазон ее колебаний достигает многократных размеров. Это может происходить не только вследствие различного плодородия компонентов почвенной комбинации (ПК), но и за счет несовпадения оптимальных сроков обработки почвы, посева и ухода за посевами. Особенно отчетливо это проявляется на участках с контрастным почвенным покровом. В таежно-лесной зоне сроки готовности почвы в мик-

роповышениях и микропонижениях могут различаться на 7-10 дней. В результате вспашку нередко проводят в условиях, когда почва на повышениях уже пересохла, а в ложбинах и блюдцах еще не готова к обработке. Эта картина усложняется на литогенных микрокомбинациях — мозаиках, где песчаные и супесчаные почвы чередуются с суглинистыми или глинистыми. Подобные ситуации определяют пестроту урожая и недобор его на отдельных или на всех компонентах почвенного покрова. На примере хозяйств Московской области установлено (Кауричев И.С. и др., 1972), что в 8 из 10 лет на массивах с долевым участием дерново-подзолистых глееватых почв более 20 % снижение урожая озимой пшеницы достигает 25—50 %. При доле эродированных почв более 25 % наблюдается его снижение на 20—40 %. На полях, где одновременно присутствуют оглеенные и эродированные почвы при доле участия их по 10—15 %, урожайность снижается на 30—50 %. Еще более чувствителен к неоднородности почвенного покрова картофель.

В степной и лесостепной зонах пятна солонцов в комплексах с зональными почвами практически исключают использование современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур вследствие невозможности своевременного проведения операций без предварительной мелиорации. Поэтому значительные площади зональных почв комплексов используются с очень низкой эффективностью, а часть солонцовых пятен пребывает в вечном пару.

В отличие от контрастных комбинаций компоненты пятнистостей и ташетов, хотя и могут значительно различаться по продуктивности, но сроки проведения полевых работ на них близки.

Неоднородность почвенного покрова характеризуется показателями контрастности (разнокачественности) и сложности (пестроты). В качестве агрономического критерия контрастности целесообразно использовать принадлежность компонентов почвенных комбинаций к различным категориям земель по ограничивающим факторам и способам их преодоления. По этому

критерию установлено пять степеней контрастности почв по отношению к той или иной культуре или группе культур.

Сложность почвенного покрова характеризуется частотой смены почвенных ареалов. Она зависит от площади элементарных почвенных ареалов. Для практических целей сложность почвенного покрова должна характеризоваться в первую очередь долей неблагоприятных почв в комплексе и количеством контуров на единицу площади. В зависимости от этих показателей решается, в частности, вопрос о выборочной или сплошной мелиорации почв комплексов. Например, при наличии в комплексе менее 30 % солонцовых пятен возможно выборочное гипсование, если их форма и размеры позволяют использовать соответствующие технологии. По этим условиям предлагается различать пять степеней сложности комбинаций (Кирюшин В.И., 1996).

В географическом аспекте наименьшей неоднородностью характеризуется почвенный покров подзоны типичных черноземов, где сумма атмосферных осадков уравнивается испаряемостью. Здесь встречаются наиболее крупные по площади ЭПА. Среди микрокомбинаций преобладают пятнистости, обусловленные в основном различной мощностью гумусового горизонта, содержанием гумуса. Колебания урожайности сельскохозяйственных культур, наблюдаемые на удобренных полях, сглаживаются применением удобрений. В меньшей степени это относится к эрозионным пятнистостям в связи с пестротой влагообеспеченности в агроландшафтах. Комплексы встречаются здесь в условиях хорошо выраженного микрорельефа, особенно на тяжелых по гранулометрическому составу почвообразующих породах. Нередко наблюдается вымокание озимой пшеницы на лугово-черноземных почвах микропонижений. На этих комплексах, так же как и на эрозионных, существенные различия в колебании урожайности не устраняются удобрениями без мелиоративных мероприятий.

Среди мезокомбинаций преобладают вариации черноземов и лугово-черноземных почв. Они различаются сроками достижения физической спелости и сроками созревания зерновых, что требует дифференциации техноло-

гий с точки зрения как достижения оптимальной урожайности, так и качества зерна. В данной подзоне наблюдаются наиболее благоприятные условия хозяйствования в отношении размеров полей, использования широкозахватных агрегатов и высокопроизводительной техники при обязательном условии противоэрозионной организации территории и применении почвозащитных мер.

К северу и югу сложность почвенного покрова систематически возрастает. Эти закономерности связаны с увлажнением. В тех зонах и подзонах, где создаются экстремальные условия увлажнения – резкий недостаток влаги (пустыни и полупустыни) или ее избыток (тундра и тайга), выявлена и наибольшая сложность почвенного покрова. В этих условиях даже небольшое перераспределение влаги под влиянием мезо- и микрорельефа приводит к существенным изменениям почвообразования и формированию качественно других почв (разной степени гидроморфности в таежно-лесной зоне и засоленности в полупустыне и пустыне).

Контрастность почвенного покрова также возрастает к северу и югу от подзоны типичных черноземов, но имеет другую закономерность по сравнению со сложностью. Наиболее благоприятные условия для развития контрастного почвенного покрова возникают в зонах, где баланс осадков и испаряемости отчетливо, но не резко сдвигается в сторону преобладания осадков над испаряемостью (южно-таежнолесная подзона) или там, где испаряемость преобладает над осадками (подзоны обыкновенных и южных черноземов и темно-каштановых почв). Соответственно в этих подзонах земледелие существенно усложняется в связи с неоднородностью почвенного покрова, возрастают требования к дифференциации агротехнологий.

В южно-таежной подзоне вследствие развития микрорельефа большое распространение имеют пятнистости и комплексы. Первые обычно представлены почвами разной степени и глубины оподзоленности, вторые – микрокомбинациями автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных почв. Пятнистости и комплексы могут возникать также на склонах различной кру-

тизны при развитии эрозионных процессов и образовании смыто-намытых почв. Часто развиты сложные сочетания с участием контуров пятнистостей и комплексов, реже микромозаик, что создает значительную неоднородность в уровне плодородия отдельных участков полей севооборотов.

Высокая неоднородность почвенного покрова, в особенности контрастность, в подзонах южных черноземов и темно-каштановых почв связана с развитием прежде всего солонцовых комплексов.

К северу от южно-таежной подзоны и к югу от подзоны темно-каштановых почв контрастность почвенного покрова уменьшается. В первом случае это связано с тем, что зональные компоненты преобладающих почвенных комбинаций (подзолистые, глее-подзолистые почвы) сближаются по своим свойствам с полугидроморфными компонентами. Во втором случае также наблюдается сближение по агрономическим свойствам зональных светло-каштановых и солонцовых почв комплексов.

В процессе агроэкологической оценки земель структуры почвенного покрова группируют с учетом определяющих агроэкологических факторов. Агроэкологические группировки разрабатывают в рамках провинций природно-сельскохозяйственных зон. Выделяются, в частности, зональные, эрозионные, эрозионно-аккумулятивные, полугидроморфно-зональные, полугидроморфно-эрозионные и другие группы структур почвенного покрова.

При формировании АгроГИС структуры почвенного покрова используются как матрицы, на которые накладываются другие агроэкологические характеристики. На их основе разрабатывается агроэкологическая группировка земель, в соответствии с которой проектируются адаптивно-ландшафтные системы земледелия.

2.6.4.2 Адаптация к почвам

Дифференциация систем земледелия и его элементов в соответствии с почвенными условиями осуществляется на основе агроэкологической оценки почв и почвенных режимов. В процессе их ранжирования по агроэкологиче-

ским критериям выделяются наиболее богатые почвы, не требующие специальных мероприятий по их освоению, пригодные для наиболее интенсивного использования.

Лучшими в пределах природной зоны являются полнопрофильные почвы на четвертичных отложениях с оптимальным гумусовым состоянием. Следует иметь в виду, что повышенное содержание гумуса в почвах значимо не только само по себе, оно указывает на совокупность благоприятных природных факторов, определяющих плодородие почвы и соответственно накопление в ней гумуса. **Гумусовое состояние почвы** характеризуется общими его запасами, отношением $C : N$ и групповым составом. Оно обуславливает режим элементов минерального питания растений, физические и физико-химические свойства почв их буферность, влагоемкость, структурное состояние. Этими условиями определяется уровень интенсификации агротехнологий, возможности минимизации почвообработки, выбора сельскохозяйственных культур, системы удобрения.

При высоком уровне интенсификации земледелия влияние органического вещества почвы на урожайность проявляется через сложные системные взаимодействия, которые обуславливают, в частности, разрешающую способность почвы по отношению к усиливающейся химизации. В связи с этим наряду с физико-химическими аспектами на первый план выходят биологический и экологический, в особенности для преодоления большой пестицидной нагрузки. Весьма важны также энергетический и экономический аспекты. При интенсивном земледелии условия для сокращения затрат механической энергии на обработку почвы в большой мере определяются гумусовым состоянием.

Наряду с собственно гумусовыми веществами важное значение имеет содержание в почве лабильного органического вещества, представленного растительными остатками разной степени разложения.

Положительная агрономическая роль консервативных составляющих почвенного гумуса наиболее наглядно проявляется в экстремальных ситуа-

циях: в засушливые периоды, при химическом загрязнении почв. Поэтому наиболее устойчивым оказывается земледелие на почвах с высоким содержанием гумуса.

Вторая группа органических веществ почвы, лабильные компоненты которой непосредственно участвуют в питании сельскохозяйственных растений, формируют водопрочную структуру почвы, служит энергетическим материалом для микроорганизмов, проявляется в агрономическом отношении более отчетливо.

При оценке потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от содержания гумуса следует иметь в виду, что связь между ними в пределах почвенной зоны (провинции) проявляется лишь при экстенсивных формах земледелия. При применении удобрений она может отсутствовать, особенно в гумидных условиях, где за счет применения минеральных удобрений можно в несколько раз повысить урожайность на малогумусных почвах.

Исключительно важным фактором дифференциации земледелия и агротехнологий является **гранулометрический состав** почв, влияние которого может быть определяющим. От него зависят водопроницаемость, водоудерживающая и водоподъемная способность почв. Низкая влагоемкость песчаных и супесчаных почв — главная причина страдания растений от недостатка влаги в засушливых условиях, что гораздо слабее проявляется на тяжело-суглинистых и глинистых почвах благодаря их способности удерживать влагу. Последние, однако, хуже проявляют себя в гумидных условиях в связи с переувлажнением и развитием оглеения.

Эти категории почв существенно различаются и по условиям теплового режима. Легкие почвы быстрее прогреваются и раньше готовы к проведению полевых работ. Тяжелые почвы из-за большой влагонасыщенности, а, следовательно, теплоемкости медленнее прогреваются весной, позднее наступает их физическая спелость. Поэтому легкие почвы считаются теплыми, тяжелые — холодными.

От соотношения механических элементов сильно зависит структурное состояние почв. В этом отношении неблагоприятны не только песчаные и супесчаные почвы. Редко бывает удовлетворительной структура пылеватых почв с очень низким содержанием коллоидов, особенно при малом количестве гумуса.

Гранулометрический состав в значительной мере предопределяет гумусовое состояние почв. В легких почвах с низкой поглотительной способностью, обедненных питательными веществами, с высокой аэрацией производится меньше органического вещества и активнее протекают процессы его минерализации. Обогащенные коллоидами тяжелые почвы обладают более высокой производительной способностью и сильнее закрепляют образующиеся гумусовые вещества. Поэтому тяжелые почвы всегда более гумусированы по сравнению с легкими. Например, типичные черноземы тяжелосуглинистые содержат 7—8 % гумуса, легкосуглинистые — 4—5 %, а супесчаные — 2,5—3 %.

Более низкая поглотительная способность легких почв обуславливает пониженную их буферность и соответственно резкое повышение концентрации почвенного раствора, более быстрое его подкисление под влиянием физиологически кислых удобрений.

Сопоставляя многочисленные данные по гранулометрическому составу почв и урожайности зерновых культур в зональном аспекте, Н.А. Качинский разработал десятибалльную систему оценки основных типов и подтипов почв. Наиболее высоким бонитетом среди подзолистых почв характеризуются легкосуглинистые разновидности, довольно близки к ним супесчаные в переувлажненных и холодных районах. Данные категории почв более теплые, лучше прогреваются, более водопроницаемы, поспевают раньше, чем глинистые и тяжелосуглинистые, легче обрабатываются. На более южных дерново-подзолистых почвах наивысший бонитет отмечается у среднесуглинистых разновидностей. Из серых лесных высшую оценку получают тяжелосуглинистые почвы, из черноземов — глинистые разновидности, наиболее

гумусированные и оструктуренные, где негативные стороны высокого содержания глинистых частиц компенсируются их хорошей агрегатированностью. Это происходит и в сероземах, обладающих карбонатностью, в красных и желтых аллитных почвах с железистой агрегатностью.

В соответствии с гранулометрическим составом корректируются все элементы систем земледелия и агротехнологий от набора культур до сроков их посева и норм высева. Например, в степной зоне с изменением гранулометрического состава почв от глинистого к супесчаному существенно уменьшается влагообеспеченность, соответственно уменьшаются нормы удобрений, сокращается обработка почвы, уменьшаются нормы высева семян.

Существенно влияют на использование почв их скелетность (наличие механических элементов крупнее 1 мм) и каменистость (более 3 мм).

Наличие в почве большого количества скелетного материала приводит к ухудшению физических свойств, резкому снижению влагоемкости и обеспеченности почвы питательными веществами, увеличению затрат на механическую обработку вследствие повышенного износа почвообрабатывающих орудий.

Достаточно сложно решается задача дифференциации земледелия в условиях проявления **гидроморфизма почв**. К полугидроморфным относятся почвы, испытывающие анаэробизис вследствие периодического переувлажнения, к гидроморфным – постоянно переувлажненные. При этих условиях помимо адаптивных мер практикуются мелиоративные мероприятия, дифференцированные в зависимости от разнообразных проявлений гидроморфизма почв. Для таежно-лесной зоны Ф.Р. Зайдельманом (1991) предложена шкала оценки степени заболоченности почв и соответственно целесообразности осушения, в основу которой положен индекс степени заболоченности (ИСЗ). Цифровое выражение степени заболоченности позволяет проводить сравнительную характеристику почв по этому параметру и определять целесообразность их осушения. Из 10 групп, в которые вхо-

дят почвы по ИСЗ, первая группа объединяет почвы, гидрологический режим которых позволяет возделывать все сельскохозяйственные культуры, районированные в пределах рассматриваемого региона. Экологическое переувлажнение этих почв в годы расчетной обеспеченности (10 %) исключено. Эта группа имеет ИСЗ, равный 0. Последняя группа с ИСЗ, равным 9, объединяет почвы, в которых экологическое переувлажнение во влажные годы исключает возможность возделывания всех сельскохозяйственных культур, единственная возможность их использования в годы с обеспеченностью осадками 10 % - размещение естественных сенокосов. Остальные восемь групп почв характеризуются возрастающей продолжительностью экологического переувлажнения и соответствующим сокращением набора культур, способных выдерживать без ущерба для урожая период переувлажнения в годы расчетной обеспеченности.

Проявление гидроморфизма почв тесно связано с их гидрологическим режимом. Влияние грунтовых вод на почвенные процессы зависит от высоты их капиллярного поднятия, которая определяется многими факторами (гранулометрический и минералогический состав почвогрунтов, их структурно-текстурные особенности, минерализация и химический состав грунтовых вод). Больше всего мощность капиллярной каймы зависит от гранулометрического состава, поскольку в первую очередь он определяет размер и характер пор. Высота капиллярного поднятия в среднезернистых песках составляет 20-40 см, в мелкозернистых 40-100, в супесях она возрастает до 100-150, в суглинках - до 300-400 см.

Если капиллярная кайма постоянно находится в пределах почвенного профиля, то такие почвы в лесостепной, степной и пустынной зонах называются луговыми (черноземно-луговыми, солонцами луговыми и т.д.). Если капиллярная кайма периодически заходит в пределы почвенного профиля, то почвы относят к лугово-степным (лугово-черноземным, лугово-каштановым, солонцам лугово-степным и т.д.). Если этого не происходит никогда, почвы относят к автоморфным (солонцы степные и т.д.) при отсутствии дополни-

тельного поверхностного увлажнения. Принято считать, что первой категории соответствует глубина залегания грунтовых вод менее 3 м, второй - 3-6 м, третьей - глубже 6 м.

Близкое залегание грунтовых вод в супераквальных ландшафтах сопряжено в зависимости от зональных условий с заболачиванием или засолением почв. Однако нередки случаи, когда грунтовые воды располагаются неглубоко, но их циркуляция очень активна и отток велик (транссупераквальные ландшафты). Такие условия чаще складываются в областях с достаточным количеством атмосферных осадков и при наличии проницаемых галечниковых и песчаных прослоек, подстилающих нижние горизонты почв. Данные почвы, не испытывающие избыточного засоления и заболачивания и в то же время обеспечивающие растения дополнительной влагой, представляют особую ценность для сельскохозяйственного использования в отличие от большинства гидроморфных почв замкнутых понижений со слабым горизонтальным водообменом.

Что касается полугидроморфных лугово-черноземных и лугово-каштановых незасоленных почв лесостепной и степной зон, то они, испытывая дополнительное увлажнение, имеют более благоприятный водный режим по сравнению с зональными автоморфными почвами. Вследствие этого они более производительны и оцениваются как лучшие почвы в этих зонах.

Адаптация земледелия к подзолистым и дерново-подзолистым почвам таежно-лесной зоны связана с их **окультуриванием**, под которым понимают создание оптимального пахотного слоя путем постепенного припахивания подзолистого горизонта с внесением извести и навоза, травосеяния, применения минеральных удобрений, периодического глубокого рыхления. По степени окультуренности данные почвы разделяются на освоенные, окультуренные и культурные. Интенсивные агротехнологии можно осваивать только на окультуренных почвах. Важно при этом, чтобы подпахотные горизонты не были излишне кислыми, не содержали подвижного алюминия, марганца в токсических количествах. Окультуривание переходных горизонтов – процесс

гораздо более длительный по сравнению с окультуриванием верхних горизонтов.

Широкое распространение в лесостепной и, особенно, в степной и полупустынной зонах имеют **засоленные почвы, солонцы и солонцеватые почвы**. Для крупных массивов, представленных солонцовыми комплексами, разрабатываются специальные системы земледелия, которые отличаются набором солонцеустойчивых культур, мелиоративными мероприятиями, специальными севооборотами и обработкой почвы.

При локальном размещении в полях севооборотов солонцовых почв или солонцов выделяют производственные участки, для которых проектируют выборочную химическую мелиорацию пятен солонцов и другие мероприятия. В зависимости от выраженности степени засоленности и солонцеватости почв, состава солонцово-солончаковых комплексов разрабатываются их агромелиоративные группировки и соответствующие мероприятия по их использованию.

Важнейшим условием формирования систем земледелия во всех природных зонах, особенно в лесостепной и таежно-лесной, является предотвращение **водной эрозии** или ее прекращение. Наряду с адаптацией их к условиям рельефа, необходимо учитывать податливость самих почв эрозии; эродированность и свойства почв, которые этому способствуют. Почвы, развивающиеся в условиях возможного проявления эрозии называются эрозионно-опасными, а фактически подвергшиеся эрозии - эродированными (смытыми).

С увеличением степени эродированности ухудшаются агрономические свойства почв. В результате эрозии снижается содержание гумуса, повышается плотность почвы, снижаются порозность, влагоемкость, водопроницаемость, запасы продуктивной влаги, уменьшается биогенность. С ухудшением агрофизических свойств еще более возрастает подверженность эрозии, которая может привести к полной потере гумусового горизонта, необратимому ухудшению или полной утрате почвы при обнажении древних пород.

Подбор сельскохозяйственных культур в эрозионных ландшафтах осуществляется с учетом смывости почв и их влияния на развитие эрозии.

В степной зоне проявление водной эрозии ослабевает, а ветровой усиливается. К природным факторам водной эрозии относятся климатические (мощность снежного покрова, глубина промерзания почвы и скорость снеготаяния, количество осадков и их интенсивность), рельеф (расчлененность, базис эрозии, величина и форма водосборов, крутизна, длина, форма и экспозиция склонов), свойства почв (гранулометрический состав, структурное состояние, водопроницаемость, влагоемкость), степень защищенности земель естественной растительностью.

Основные антропогенные факторы эрозии - уменьшение растительного покрова, дигрессия пастбищ, ухудшение структурного состояния почв, недостаточная защищенность поверхности растительными остатками.

Устойчивость почвы против **дефляции** оценивают по комковатости поверхности, то есть по количеству ветроустойчивых комочков (крупнее 1 мм) в слое 0-5 см и количеству пожнивных остатков (Шиятый Е.И., 1970).

Наряду с эрозией при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия все в большей степени приходится учитывать многие другие виды деградации и загрязнения почв. Из них наиболее широкое распространение имеет **загрязнение почв** тяжелыми металлами. Характеризуя общую картину загрязнения почв тяжелыми металлами, можно отметить, что опасные его уровни, превышающие значения ПДК, наблюдаются в основном около металлургических предприятий в радиусе до 10-12 км и вдоль автодорог с достаточно интенсивным движением (в полосах шириной до 100 м). В этих районах сельскохозяйственное использование почв должно быть строго специализированным, их следует исключать из обычных севооборотов.

Загрязнения тяжелыми металлами из агропромышленных источников до уровней, приближающихся к ПДК, возможны только на землях, на которых средства химизации, например пестициды или осадки сточных вод, применялись длительное время без надлежащего контроля. Внесение минераль-

ных удобрений и традиционных органических удобрений в средних дозах способно поднять уровень содержания тяжелых металлов в почвах до ныне действующих значений ПДК лишь за сотни лет. В настоящее время уровни загрязнения тяжелыми металлами на подавляющем большинстве сельскохозяйственных земель России не представляют реальной опасности.

Наиболее вероятными объектами, на которых можно ожидать повышенных уровней загрязнения тяжелыми металлами и для которых необходимо проведение специальных обследований, являются: пригородные зоны крупных промышленных центров (на расстоянии до 10 км); овощные севообороты с высокой насыщенностью удобрениями и пестицидами; поля с традиционно длительным применением сточных вод или осадков сточных вод; территории, на которых систематически применяют пестициды (например, медные препараты на виноградниках).

Особую категорию представляет загрязнение почв и биогеоценозов радионуклидами. Негативными последствиями радиоактивного загрязнения являются: прямое воздействие ионизирующего излучения на компоненты почвенно-растительного покрова, животных и человека; невозможность использования загрязненных почв в хозяйственной деятельности из-за того, что производимая продукция имеет превышающие допустимые уровни концентрации радионуклидов. Ареал радиационного поражения биоты на различных уровнях (популяционном, экосистемном, видовом) значительно меньше, чем зона радиоактивного загрязнения, где проживание человека и ведение сельскохозяйственной деятельности ограничено или невозможно.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды обуславливают две группы радионуклидов: естественные (природные) и искусственные (техногенные). Концентрация естественных радионуклидов в природных и аграрных экосистемах существенно увеличивается в следствие техногенных процессов, связанных с добычей, переработкой и складированием природного уранового сырья; производством и внесением удобрений; сжигания угля на тепловых электростанциях; при добыче и нефти и газа. Искусственные ради-

онуклиды поступают в биосферу в результате ядерных взрывов, технологических и аварийных выбросов на объектах ядерного топливного цикла (ЯТЦ).

Основное загрязнение сельскохозяйственных угодий на территории Российской Федерации обусловлено долгоживущими радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr , которые поступили в окружающую среду в результате крупных радиационных аварий на химкомбинате "Маяк" (Южный Урал) и на Чернобыльской АЭС, а также испытаний ядерного оружия. Являясь химическими аналогами К и Са они характеризуются высокой миграционной подвижностью, в значительных количествах накапливаются в сельскохозяйственной продукции и, как следствие, в организме человека.

При оценке радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий практикуют санитарно-гигиенический и экологический подходы. В рамках санитарно-гигиенического подхода решается задача возможности использования загрязненных земель для получения продукции, соответствующей установленным нормативам. В основе санитарно-гигиенического подхода лежит соблюдение нормативов и принципов радиационной безопасности населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях.

На базе количественных показателей миграции радионуклидов в агроэкосистемах разрабатывается радиационно-гигиеническое обоснование пределов загрязнения почв сельскохозяйственных угодий с учетом ландшафтных и биогеохимических характеристик территории и особенностей ведения сельского хозяйства.

Действие радиоактивных веществ на агроэкосистемы зависит от характера загрязнения, концентрации загрязнителей, длительности воздействия, относительной восприимчивости или устойчивости агроценозов или их отдельных компонентов к загрязнению. Оценка экологического воздействия радиоактивного загрязнения на агроэкосистемы представляет сложную задачу.

Каких-либо критериев, оценивающих реакцию агроэкосистем на ра-

диоактивное загрязнение и их устойчивость, не разработано. Однако существует система показателей, которые характеризуют миграционную подвижность радионуклидов в агроэкосистемах:

- показатели биологической подвижности радионуклидов в почвах (формы; коэффициенты распределения между твердой и жидкой фазами почв; показатели селективной сорбции);
- показатели подвижности радионуклидов в системе почва – растение (коэффициенты накопления или коэффициенты перехода);
- параметры переноса радионуклидов по пищевым цепям (коэффициенты перехода, всасывания, выведения).

В рамках реализации санитарно-гигиенического подхода агроэкологическая оценка сельскохозяйственных угодий, загрязненных радионуклидами, основывается на принципе соблюдения основного дозового критерия, характеризующего степень радиационной безопасности человека – среднегодового значения эффективной дозы. Федеральным законом «О радиационной безопасности населения» в качестве предела дозы облучения населения определена доза, равная $1 \text{ м}^3/\text{год}$ (сверх естественного радиационного фона).

Основными критериями оценки уровней радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий являются допустимые уровни удельной активности радионуклидов в пищевых продуктах, установленные в «Гигиенических требованиях безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01».

Для оценки и предотвращения негативного воздействия радиоактивно загрязненных продуктов питания на человека, а кормов – на сельскохозяйственных животных на основании СанПиН 2.3.2.1078-01 используются такие критерии, как временно-допустимые уровни (ВДУ), допустимые уровни (ДУ) и максимально допустимые уровни (МДУ) содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.

С учетом показателей миграционной подвижности радионуклидов определяются пределы загрязнения почв радионуклидами, обеспечивающие

получение нормативной продукции, которые являются *контрольными уровнями содержания радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий* (В.И. Алексахин и др., 1997).

Контрольные уровни загрязнения почв определяются на основании коэффициентов перехода радионуклидов из почв различных типов в основные культуры и далее в сельскохозяйственную продукцию, т. е. при определении контрольных уровней учитывается как тип почвы, так и вид агроценоза.

Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных угодий, загрязненных радионуклидами, включает:

- определение содержания радионуклидов в почвах;
- оценку количественных параметров перехода радионуклидов по сельскохозяйственным цепочкам;
- биогеохимическую оценку миграции и концентрации радионуклидов в компонентах агроэкосистем и переноса по трофическим цепочкам;
- определение уровней загрязнения производимой сельскохозяйственной продукции и ее радиационно-гигиеническую оценку;
- обоснование пределов загрязнения почв радионуклидами (контрольных уровней), обеспечивающих получение нормативной продукции.

2.6.5. Биологизация земледелия

Биологизация – основное выражение экологизации земледелия. Суть ее заключается прежде всего в том, чтобы сократить разрыв в поступлении органического вещества в почву между природными биогеоценозами и агроценозами, в определенной мере компенсировать биологический круговорот веществ и биогенность почвы, обеспечить определенный уровень биологической активности и, как минимум, исключить явления почвоутомления, выпашивания почв, накопления токсикантов. Дальнейшая биологическая оптимизация направлена на восстановление в той или иной мере способности их к саморегулированию (биологическое саморыхление при минимальной и особенно нулевой обработке почвы, регулирующее влияние мульчи из расти-

тельных остатков на водный режим почвы и другие процессы) и повышению экологической устойчивости. По мере интенсификации земледелия и повышения наукоемкости агротехнологий значение биологизации возрастает.

Исходной позицией биологизации земледелия является увеличение разнообразия видов и сортов растений, то есть диверсификация. Вследствие жесткой плановой системы видовой состав сельскохозяйственных культур был крайне ограничен, что наложило отпечаток на последующее время.

Необходимое условие расширения набора культур и оптимизации севооборотов – гармоничное сочетание земледелия с животноводством. Оно же необходимо для повышения почвенного плодородия.

На первый план биологизации земледелия выходит использование биологического азота. Необходимо расширение доли бобовых культур как в пашне, так и в составе сенокосно-пастбищных угодий. Бобовые культуры, обогащая почву азотом, являются, кроме того, хорошими предшественниками в севооборотах, оказывают благоприятное влияние на физические свойства почв, стимулируют жизнедеятельность почвенных микроорганизмов.

Возрастающую роль в балансе азота будет играть ассоциативная азотфиксация по мере расширения видового состава растений и создания сортов, способствующих этому процессу. При этом важно широкое использование биопрепаратов для инокуляции. Непременное условие азотфиксации как чрезвычайно энергоемкого процесса – обогащение почвы органическим веществом в качестве энергетического материала для микроорганизмов. Наряду с внесением органических удобрений, использованием соломы в качестве удобрения, важный источник органического вещества – промежуточные (пожнивные, поукосные) посевы.

Из последних заслуживают особого внимания рапс яровой, редька масличная, горчица белая. Из подсеваемых культур эффективны клевер белый, клевер одноукосный, сераделла, рапс озимый.

Возделывание рапса и других капустных культур оказывает благоприятное влияние на фитосанитарное состояние агроценозов. Следует стремить-

ся к тому, чтобы поверхность почвы была защищена растениями или растительными остатками во избежание разрушения почвы и разрыва связей в системе «растение – почва – почвенные организмы».

Наиболее сложная задача биологизации земледелия – сокращение применения пестицидов в борьбе с сорняками, болезнями и вредителями. Первостепенное значение в данном отношении имеет выбор оптимальных севооборотов. Для Нечерноземной зоны в качестве севооборотов, в значительной мере способных справиться с этими задачами без применения пестицидов рекомендуют следующие (Саранин Е.К., 1995)

Зернотравянопропашной: многолетние травы - многолетние травы - озимая рожь (пожнивно рапс и др.) - картофель - ячмень - вико-овсяная смесь (занятый пар) - озимая пшеница (пожнивно рапс и др.) - овес с подсевом многолетних трав (клевер с тимофеевкой, клевер с люцерной и тимофеевкой и т.д.)

Зернотравяной: многолетние травы - многолетние травы - озимая рожь (пожнивно рапс и др.) - горох - ячмень - вико-овсяная смесь (занятый пар) - озимая пшеница (пожнивно рапс и др.) - овес с подсевом многолетних трав (клевер с тимофеевкой, клевер с люцерной и тимофеевкой и т.д.)

Зернотравяной: многолетние травы - многолетние травы - ячмень (яровая пшеница) - горох - озимые (рожь, тритикале) на зеленый корм с подсевом рапса, который подсеивается после первого скашивания на зеленый корм - ранние силосные (смеси подсолнечника с бобовыми и другими культурами) - озимая пшеница (пожнивно рапс и др.) - овес с подсевом многолетних трав

Зернотравянопропашной: клевер - озимая пшеница (пожнивно рапс и др.) - картофель - ячмень (пшеница, овес) с подсевом клевера

Зернотравянопропашной: клевер - озимая пшеница (пожнивно рапс и др.) - гречиха - картофель - горох - ячмень (яровая пшеница, овес).

Травопольный (сенокосопастбищный): многолетние травы - многолетние травы - многолетние травы - однолетние травы (вика с овсом) с подсевом многолетних трав (смеси бобовых и злаковых). Из

данных схем севооборотов можно видеть, что в какой-то мере они удовлетворяют требованию обеспечения растений азотом. Потребляющие азот культуры удалены от обогащающих азотом почву культур не более, чем на 2 года. Соблюден также принцип плодосмена, что способствует снижению засоренности полей сорняками, поражаемости болезнями и вредителями растений. Однако все это весьма относительно и эффективно только в сочетании с другими агротехническими мероприятиями (обработкой почвы, механическими приемами ухода за посевами, сроками сева и т.д.).

Эти севообороты ориентированы на основную специализацию Нечерноземной зоны: животноводство с производством фуражного зерна и картофеля. В них мало пропашных, кроме картофеля, поскольку только на картофельном поле можно обойтись без гербицидов, используя механические приемы ухода (боронование, обработка междурядий, окучивание). Посевы кукурузы на силос и корнеплодов в Нечерноземной зоне без гербицидов или ручной прополки зарастают сорняками, поэтому здесь вместо корнеплодов и кукурузы следует рекомендовать силосные сплошного посева из смеси бобовых и других видов растений, способствующие, при своевременной уборке, снижению засорения почвы и следующих за ними культур. Силосные сплошного посева оставляют в почве большую массу корневых остатков. Аналогичное положение и в других зонах с благоприятной влагообеспеченностью.

Наиболее эффективными звеньями севооборотов в борьбе с сорной растительностью являются многолетние травы - озимые, озимые - пропашные (при хорошем уходе за пропашными), вико-овсяный пар (или другие занятые пары сплошного сева) - озимые, а также звенья с возделыванием пожнивно или поукосно промежуточных культур на зеленую массу или удобрение.

Засоренность посевов нередко возрастает вследствие применения навоза, особенно, плохо подготовленного, являющегося источником жизнеспособных семян сорняков. В данной связи нельзя признать удачным внесение навоза под озимые и пропашные культуры. В борьбе с сорняками наряду с

выбором севооборота и соответствующей системы обработки почвы следует изменить место внесения органического удобрения в севообороте. Наиболее благоприятным полем для внесения органических удобрений в этом отношении является занятый однолетними травами или ранними силосными пар. Благоприятные условия для прорастания семян сорняков под пологом однолетних трав или силосных сплошного посева и ранняя уборка урожая не дают возможности вызреть и обсемениться сорнякам. Повторный посев (июль) яровых на зеленый корм с механической обработкой почвы под них дает возможность подавить многолетние сорняки и спровоцировать всходы новой партии жизнеспособных семян сорняков. Высокий эффект в борьбе с сорняками путем механических обработок обеспечивается и в случае, когда поле не засеивается повторно однолетними травами, а готовится под посев озимых по типу полупара.

В лесостепной и степной зонах труднее маневрировать севооборотами в борьбе с сорняками вследствие давления зерновых культур, но здесь имеется возможность маневрирования сроками посева и подрезания сорняков предпосевными обработками.

В эрозионных ландшафтах возрастает роль многолетних трав в преодолении засоренности посевов в почвозащитных севооборотах. Учитывая низкую обеспеченность азотом эродированных почв, следует увеличивать долю бобовых трав. Почвозащитные севообороты типа «многолетние травы (3 года) – озимая рожь – горох – ячмень с подсевом многолетних трав» способны справляться с сорняками без гербицидов.

При подборе культур в севооборотах важно учитывать проникающую способность их корневых систем. В данном отношении выделяются культуры со стержневой корневой системой, оказывающей рыхлящее влияние на почву. Повышать их долго в севооборотах можно как за счет основных культур (горох, кормовые бобы, чечевица, люпин, клевер, люцерна, рапс, донник и др.), так и промежуточных (редька масличная, горчица сизая, рапс, люпин и др.).

Подбор и чередование культур в севооборотах должны осуществляться с учетом поступления в почву растительных остатков и соответственно поддержания в почве определенного количества лабильного органического вещества во избежание явления выпаханности почвы. Если это не достигается, например, в случае повышения доли пропашных культур, вносится соответствующее количество органических удобрений.

Вслед за биологизацией севооборотов следует стремиться к усилению биологического начала и в других звеньях земледелия. В системе обработки почв это курс на возможную минимализацию накоплением мульчи. Факты высокой эффективности нулевых обработок связаны с мощным ее слоем, обеспечивающим наряду с защитой от эрозии и сохранением влаги биологическое саморыхление почвы за счет активизации микрофлоры и мезофауны. В числе таковой на нулевых фонах наиболее наглядно проявляется активизация дождевых червей. Этот процесс может быть усилен вермимелиорацией почв, т. е. расселением дождевых червей, которое получает развитие в мировой практике (Система биологизации земледелия..., 2002).

Значение систем удобрения в биологизации земледелия проявляется непосредственно при внесении органических удобрений (повышение биологической активности почвы, устранение почвоутомления, структурообразование и др.) и косвенным при применении минеральных удобрений – через оптимизацию биологического круговорота в агроландшафтах, предотвращении истощения и деградации почв.

В качестве элемента биологизации применения минеральных удобрений можно отметить частичное перемещение их в севооборотах под многолетние травы. При этом обеспечивается высокая их окупаемость урожаем многолетних трав, часть питательных веществ аккумулируется в растительных остатках, количество которых возрастает. По мере их минерализации элементы питания потребляются однолетними растениями без традиционных потерь.

Биологизация защиты растений развивается в трех направлениях. Первое связано с разработкой приемов, направленных на сохранение природных энтомофагов, антагонистов и повышение их эффективности. Для этого необходимо: в числе возделываемых культур иметь растения, способные поддерживать высокую численность энтомофагов (гречиху, рапс, фацелию, люцерну, эспарцет, клевер и др.); высаживать в колках и лесных насаждениях нектароносные многолетние растения (черемуху, липу, клен, рябину, боярышник и др.); оставлять полосы при скашивании многолетних трав; использовать пищевые аттрактанты для привлечения энтомофагов; применять выборочную пестицидную обработку с учетом соотношения численности фитофагов и энтомофагов.

Второе направление биометода – интродукция фитофагов.

Третье направление – применение бактериальных, вирусных, грибных и других биопрепаратов для уничтожения массовых вредителей и возбудителей болезней.

Биологизация земледелия безусловно связана с достижениями биотехнологий, то есть с созданием и использованием генетически модифицированных растений. Наряду с генной инженерией основу биологизации составляют принципы и методы клеточной инженерии. Создание новых сортов растений с уникальными свойствами достигается сочетанием биоинженерных методов с традиционными методами генетики и селекции. С использованием биотехнологий вытесняются химические технологии. Из множества направлений трансгенеза особое значение имеет создание сортов растений устойчивых к вредителям. Трансгенные растения уже принесли большую пользу в ряде стран. Благодаря им в США значительно сократилось применение пестицидов.

Неотъемлемой частью интегрированных систем борьбы с вредителями сельскохозяйственных растений становится применение экологически безопасных пестицидов нового поколения, которые отличаются высокой видо-

специфичностью, эффективностью действия в малых дозах, отсутствием у вредителей иммунитета к действию этих веществ.

Широкое распространение получило оздоровление посадочного материала методом культуры тканей. Этот метод играет важную роль в получении безвирусного материала в семеноводстве картофеля.

2.6.6. Экологическая устойчивость агроландшафтов, цена устойчивости

2.6.6.1. Экологическая устойчивость природных ландшафтов

В основе современной парадигмы природопользования лежит экологический императив, под которым понимаются требования сохранения окружающей среды при условии экологического равновесия. *Природное экологическое равновесие* – это баланс средообразующих компонентов и естественных процессов, обеспечивающий длительное существование определенных экосистем или их эволюцию в ходе сукцессии в сторону климаксовых сообществ.

Равновесие биогеоценозов складывается в результате баланса противоположно направленных процессов: продукционного и деструкционного; гумификации и минерализации; образования и разрушения структуры почвы; уплотнения и разуплотнения почв; поступления и выноса веществ; поступления токсикантов и их разложения; эрозионных процессов и почвообразования; соотношения биологических видов; соотношения процессов, определяющих подвижность биогенных элементов.

Важнейшей характеристикой экологического равновесия является экологическая устойчивость.

Устойчивость природного ландшафта – это его способность в условиях возмущающих воздействий сохранять структуру и саморегулирующееся функционирование в пределах естественного колебания параметров.

В соответствии с особенностями структуры и функционирования различаются определенные виды экологической устойчивости ландшафтов и

почв. В частности, А.Д.Фокиным (1995) рассматриваются 3 вида устойчивости природных экосистем, в основе которых лежат механизмы саморегулирования и самоорганизации: структурно-статическая, функционально-динамическая и буферность.

Под *структурно-статической устойчивостью* понимается свойство экосистемы при возмущающих воздействиях сохранять стабильные состав и соотношение между отдельными структурными компонентами системы.

Функционально-динамическая устойчивость – свойство почвы или экосистемы сохранять стабильное функционирование, которое определяется устойчивостью и сбалансированностью отдельных звеньев биогеохимических потоков и биохимических циклов в целом.

Буферность – способность почвы и наземной экосистемы к самовосстановлению структурных свойств и функциональных параметров, нарушенных в результате возмущающих воздействий.

Саморегулирование ландшафта – свойство ландшафта в процессе его функционирования сохранять на определенном уровне режимы и характеристики связей между компонентами.

Самоорганизация ландшафта – процесс создания, развития и воспроизведения или восстановления структуры ландшафта. Процессы самоорганизации имеют место только в системах, обладающих высоким уровнем сложности и большим количеством элементов.

Важнейшим элементом самоорганизации является *самоочищение ландшафта* – способность перерабатывать (сортировать, осаждать, разлагать и т.д.) или выводить за свои пределы загрязняющие вещества. Наибольшей способностью к самоочищению обладают ландшафты с высокой интенсивностью круговорота веществ.

2.6.6.2. Устойчивость агроландшафтов

Исходя из общебиологических представлений функционирования культурного ландшафта, т. е. выполнения им ресурсовоспроизводящих, при-

родоохранных и других функций, необходимо постоянное поддержание его производственно-экологического потенциала. В геоэкологии и социальной экологии это требование нашло отражение в законе социально-экологического равновесия. Целесообразное природно-антропогенное (социоэкологическое) равновесие есть баланс средообразующих компонентов, природных и природно-антропогенных процессов на уровне, дающем максимальный эколого-социально-экономический эффект (Реймерс Н.Ф., 1994). Любой сдвиг экологического и социоэкологического равновесия требует если не перестройки хозяйства, то значительных вложений для его «доадаптации». При планировании и прогнозировании следует исходить либо из существующего равновесия, и тогда системно поддерживать его на месте, либо из направления его изменений, и тогда выделять специальные средства для ликвидации социоэкологических дисбалансов (нести расходы по адаптации).

В свете этих представлений понятия устойчивости агроландшафта и устойчивости природного ландшафта, иногда отождествляемые, принципиально различаются. Устойчивость природного ландшафта часто не имеет агрономического значения, особенно когда речь идет о такырах, солончаках, солонцах, болотах и т.д. Агронома интересует не устойчивость, а податливость таких ландшафтов мелиорации и освоению. В отличие от саморегулирующегося функционирования природного ландшафта, агроландшафт функционирует в режиме, заданном человеком. Его устойчивость связана с поддержанием заданных параметров функционирования (определенного физико-химического состояния почв, гидрологического режима и др.) ценой определенных усилий. Цена устойчивости агроландшафта включает затраты на поддержание производительных и экологических функций, в том числе природоохранных.

Таким образом, *устойчивость агроландшафта – это способность поддерживать заданные производительные и социальные функции, сохраняя биосферные.*

В соответствии с основными функциями рассматриваются и основные виды устойчивости агроландшафтов, как составной части сельскохозяйственных ландшафтов.

1. *Экологическая устойчивость* агроландшафтов реализуется режимами: органического вещества, биогенных элементов, реакции среды, окислительно-восстановительных условий, структурного состояния и сложения почвы, воздуха, влаги, тепла, биогенности, биологической активности почвы, фитосанитарного состояния агроценозов. В зависимости от объектов и механизмов действия экологическая устойчивость подразделяется на:

- *физическую* (устойчивость литоосновы, противозрозионная устойчивость);
- *биологическую* (восстановительные и защитные функции растительности, устойчивость против вредных организмов);
- *геохимическую* (способность к самоочищению от продуктов загрязнения и снижению их токсичности, буферность, противостояние засолению);
- *гидрогеологическую и гидрологическую* (противостояние остепнению, опустыниванию, заболачиванию).

С экологической устойчивостью агроландшафта связано выполнение биосферных, общеэкологических функций – сохранения почв, растительного и животного мира, запасов поверхностных и подземных вод, их качества, поддержания оптимального состава атмосферы.

2. *Агрономическая (производительная) устойчивость* включает устойчивость урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности пастбищ, качества продукции. Она оценивается по коэффициенту вариации показателя.

3. *Экономическая устойчивость* характеризуется экономическими параметрами производства.

В отличие от природных экосистем, которые ориентированы на выживание с помощью природных механизмов, агроэкосистемы ориентированы на урожайность и определенное качество продукции. Экологическая устойчивость первых несравненно выше, чем вторых. Это определяет особый инте-

рес к механизмам природной устойчивости (естественно, речь идет об экосистемах высокой биопродуктивности и механизмах ее обеспечения), их использованию при формировании агроландшафтов. В основе этих механизмов лежит биологический круговорот веществ при большом видовом разнообразии и высокой численности организмов, что является главным фактором обеспечения устойчивости.

В большинстве агроценозов биологическая продуктивность меньше, чем в естественных ценозах, особенно велики различия по общим запасам фитомассы. Пополнение запасов органического вещества, повышение биогенности почв – общие условия повышения устойчивости агроландшафтов.

В процессе трансформации ландшафта для поддержания нового его состояния требуются специальные затраты, и по мере интенсификации производства возрастает цена экологической устойчивости. Цена устойчивости агроландшафта тем больше, чем сильнее отличаются требования сельскохозяйственных культур и животных от агроэкологических условий ландшафта.

Наименьшей ценой устойчивости характеризуются наиболее благополучные по условиям возделывания полевых культур плакорные лесостепные и степные черноземные агроландшафты. Устойчивость эрозионных ландшафтов при распашке сильно снижается из-за эрозии, усиления поверхностного стока. Использование их в полевой культуре требует обеспечения экологической устойчивости с помощью противоэрозионных систем земледелия, сдерживающих потери почвы в допустимых пределах.

При создании агроландшафтов на солонцовых и засоленных почвах достигается новое состояние водно-солевого режима и свойств почв, устойчивость которого поддерживается системами мелиоративных и агротехнологических мер. Цена устойчивости в большой мере зависит от степени совпадения вектора агрономической трансформации ландшафта с природными процессами. Она снижается при однонаправленности мелиоративных изменений и природных процессов (рассоления и рассолонцевания на хорошо дренированных остаточных солонцовых комплексах), и возрастает, если мелиорация

направлена на преодоление активного засоления и осолонцевания, поддерживаемого близкими засоленными грунтовыми водами.

В таежной зоне цена агроэкологической устойчивости агроландшафтов пропорциональна требованиям окультуренности почв. Ее повышение находится в противоречии с элювиальными процессами, заболачиванием. Поддержание определенной степени окультуренности почв требует постоянного сдерживания этих процессов и компенсации потерь внесением извести, удобрений, травосеяния и др. На осушенных болотно-подзолистых и болотных почвах в цену экологической устойчивости агроландшафтов входят поддержание оптимального водно-воздушного режима, сдерживание сработки торфа, предотвращение и недопущение обсыхания и деградации смежных ландшафтов и др.

Количество контрольных параметров устойчивости агроландшафтов сильно различается в зависимости от их категорий, уровня интенсификации производства, характера и степени внешних воздействий.

Цена общей устойчивости агроландшафта включает затраты на обеспечение устойчивости всех видов: производительной, экологической и социально-экономической.

Цена экологической устойчивости агроландшафта включает затраты на мероприятия по охране почв от разрушения и поддержание экологических функций. Она должна входить в затраты товаропроизводителя на получение продукции и соответственно – в цену товара. Прежнее хозяйствование без платы за природные ресурсы и без ответственности за их эксплуатацию порождало экологические риски, бедствия и катастрофы. Товаропроизводители обязаны обеспечивать экологическую устойчивость агроландшафта и нести ответственность за загрязнение, эрозию и другие проявления деградации ландшафтов и почв. Государство должно выполнять контрольные функции и создавать благоприятные условия для производственной и природоохранной деятельности, регулируя ее экономическими, юридическими и другими средствами.

Если агротехнологии адаптированы к ландшафту, то операции, направленные на достижение определенной продуктивности, способствуют повышению его экологической устойчивости. Например, сокращение поверхностного стока противоэрозионными мероприятиями снижает темпы эрозии и повышает урожайность за счет дополнительного влагонакопления.

Однако такое совпадение часто не является полным. Затраты на предотвращение деградации часто оказываются выше стоимости прибавки урожая. Еще выше затраты на преодоление последствий деградации, прекращение оврагообразования путем проведения гидротехнических, лесомелиоративных и других затратных мероприятий.

Введение понятия *цены устойчивости агроландшафта*, включающей затраты на освоение, использование и природоохранные мероприятия, позволило бы объективно выбирать оптимальное решение по использованию ресурсов, особенно в сложных ландшафтах. Методология адаптивной интенсификации предполагает различные комбинации приспособительных мероприятий, сплошных или выборочных мелиораций, адекватный подбор агротехнологий различной интенсивности. Довольно часто сплошные мелиорации больших массивов не только повышают цену устойчивости мелиорированных земель, но и создают проблему неустойчивости смежных ландшафтов. Стремление выровнять по плодородию большие участки нередко заканчивается неудачами в связи с восстановлением природных геохимических потоков, развитием труднопрогнозируемых постмелиоративных процессов.

Поддержание разнообразия ландшафтов оправдывается с разных точек зрения. Сохранение в природном состоянии сложных ландшафтов способствует поддержанию биологического разнообразия, вывод из активного сельскохозяйственного оборота маргинальных земель позволит сконцентрировать на лучших землях производственные ресурсы и освоить современные агротехнологии.

Низкая устойчивость агроландшафтов по сравнению с природными ландшафтами связана с нарушением механизмов саморегуляции. Уничтоже-

ние естественной растительности нарушает биологический круговорот веществ, резко снижает сопротивляемость почв эрозии. Интенсивная обработка способствует переуплотнению почв. Все это приводит к усилению поверхностного и уменьшению грунтового стока, обсыханию территории, усилению окислительных процессов и соответственно снижению содержания органического вещества в почвах. Обедняется и резко сокращается почвенная фауна. Снижается численность и активность микрофлоры, чему способствует применение пестицидов. Резко снижается емкость и интенсивность биологического круговорота веществ. Беднеет генофонд. Возникновение в агроценозах множества свободных экологических ниш, доступных сорнякам, вредителям и патогенам, обуславливает ухудшение фитосанитарной ситуации, при повторных посевах возникает почвоутомление.

Необходимо ориентироваться на те режимы функционирования агроэкосистем, которые позволили бы значительно увеличить потенциал их саморегуляции. Чем ближе они к природным, тем устойчивее агроэкосистемы.

Непременное условие экологизации агроландшафтов – создание оптимальной инфраструктуры: устройство экологического каркаса в виде лесов, лугов, водоемов, что в определенной мере обеспечивает стабилизацию гидрорежимов, поддержание биологического разнообразия, в частности, численности видов (птиц, энтомофагов и др.), конкурирующих с полевыми вредителями.

Оптимизация структуры агроландшафта включает рациональное размещение севооборотов, полей, производственных участков, лесных и кустарниковых полос, противоэрозионную и мелиоративную организацию территории. Важное условие экологизации земледелия – защищенность поверхности почвы растениями или растительными остатками. Мульчирование поверхности почвы в известной мере воспроизводит защитную роль лесной подстилки или степного войлока.

Развивая понятие экологической устойчивости агроландшафтов, следует рассматривать его в контексте природно-антропогенной эволюции, кото-

рая может складываться в направлении окультуривания или деградации. Весь диапазон возможной эволюции можно описать S-образной кривой, проходящей через нуль-пункт, соответствующий состоянию устойчивого природного ландшафта (рисунок 4).

Уровни окультуривания почв – субъективные категории, устанавливаемые по критериям почвенного плодородия для разных сельскохозяйственных культур. Однако окультуривание имеет и объективные эколого-экономические пределы. Они определяются состоянием нового равновесия между противодействующими процессами, например, в таежных ландшафтах – биогенно-аккумулятивными с одной стороны, и элювиальными (выщелачивание, оподзоливание, лессиваж, элювиально-глеевые процессы) и деструктивными с другой стороны. Стремление максимального преодоления тех или иных природных процессов наталкивается на большие экономические издержки и неблагоприятные экологические последствия. Оптимальный уровень экологического равновесия и устойчивости агроландшафта в направлении окультуривания должно получить количественное выражение.

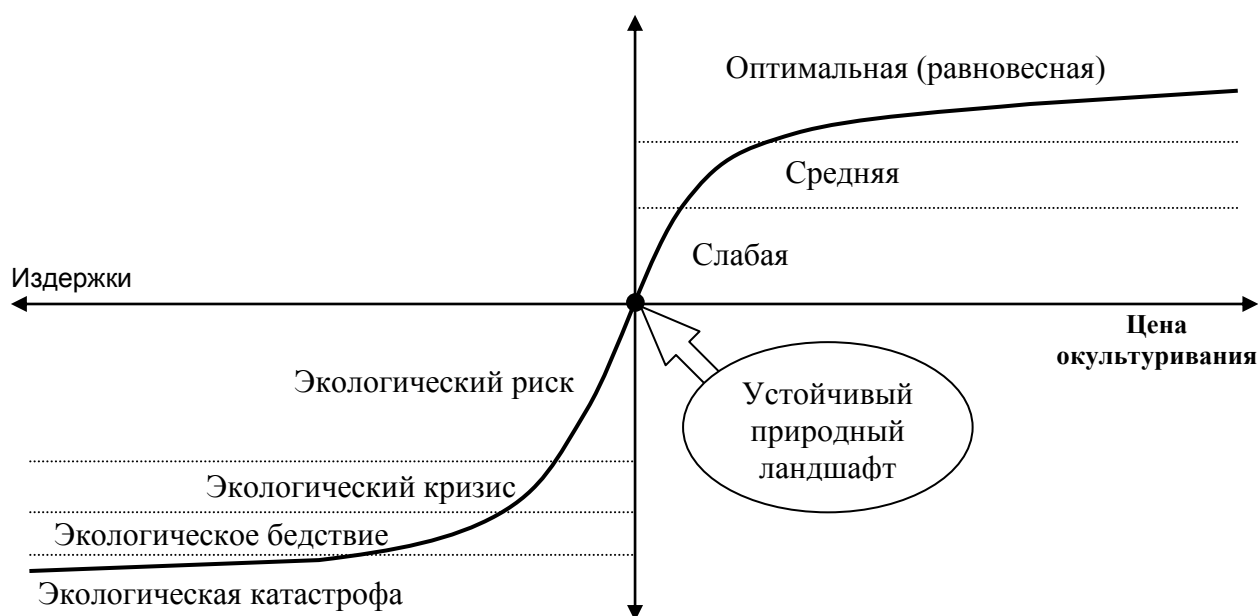


Рис. 4 Природно-антропогенная эволюция ландшафтов

Такой же количественный подход необходим и в отношении деграда-

ции ландшафта. В данной связи заслуживает определенного внимания принцип оценки деградации почв и почвенного покрова по «увеличению затрат различного рода ресурсов (энергетических, сырьевых, информационных и прочих) для достижения ранее полученного количества и качества продукции и/или ограничений на дальнейшую деятельность человека» (Хитров Н.Б., 1998). Данная позиция должна быть усилена экологическими требованиями как приоритетными (экологический императив), поскольку агроландшафт – это не только сфера производственной деятельности, но и среда обитания человека и часть биосферы. Поэтому при оценке деградации ландшафтов и почв на первый план выходит степень сохранения экологических функций. Сохранение их не всегда совпадает с понижением продуктивности и не сразу замечается. Например, снижение экологических функций ландшафта в результате эрозии (особенно на фоне удобрений) или сработки торфа может не сопровождаться уменьшением урожайности вплоть до выхода на поверхность почвообразующей и, тем более, подстилающей породы, когда экономический ущерб от потери почвы многократно перекрывается экологическим ущербом на все времена.

Изучение агроэкосистем как производных экосистем представляет особый интерес в отношении понимания механизмов трансформации, функционирования природных и антропогенных биотических сообществ, их взаимодействия с изменяющейся средой, динамики биологического круговорота веществ. Только на основе этих представлений можно пытаться приближать устойчивость агроэкосистем к природным экосистемам. Это весьма трудная задача вопреки излишней оптимистичности многих авторов, касающихся этой проблемы.

2.6.6.3. Экологическая емкость агроландшафта

Чтобы обеспечить экологическую устойчивость агроландшафта, необходимо задать такие параметры производства, при которых технологические нагрузки находились бы в пределах экологической емкости агроландшафта.

Под *экологической емкостью агроландшафта* понимается величина антропогенной нагрузки, которую способен воспринять агроландшафт, сохраняя экологическую и производительную устойчивость. Нужна оценка земель по этому критерию с целью установления экологических регламентов агротехнологий и в целом АЛСЗ.

Эта проблема давно назрела, имеются определенные научные предпосылки для ее решения хотя бы в первом приближении. Однако ее разработка не организована, так же как проблема экологического нормирования в целом. Поскольку отсутствует общая методология агроэкологического нормирования, соответствующие экологические нормы не образуют единой системы.

Экологическая емкость агроландшафта – понятие неоднозначное, оно не может быть охарактеризовано одним показателем, поскольку различные виды антропогенной нагрузки (физической, химической, гидрогеохимической и др.) воспринимаются разными элементами системы посредством различных механизмов. Например, способность почв воспринимать возрастающие дозы удобрений, связанное с ними повышение концентрации почвенного раствора и его подкисление, обусловлена буферностью почвы, ее поглощательными свойствами, а способность той же почвы выдерживать пестицидную нагрузку зависит от наличия микрофлоры, способной их разрушить, и энергетического материала для ее функционирования. Более того, одни и те же почвы противоположным образом могут реагировать на разные нагрузки. Например, песчаные и супесчаные почвы, обладая минимальной экологической емкостью по отношению к химическим нагрузкам (минеральным удобрениям, пестицидам), в то же время способны воспринимать максимальную гидрогеохимическую нагрузку, то есть орошение водами повышенной минерализации. Характеристика экологической емкости агроландшафта и нормирование техногенно-химических нагрузок должны завершать агроэкологическую оценку земель. В таблице 5. показаны основные условия, определяющие экологическую емкость агроландшафтов.

5. Основные условия, определяющие экологическую емкость агроландшафта

Типы геохимических ландшафтов	Геохимические барьеры	Тип водного режима	ЕКО, м-экв/100 г почвы	Содержание органического вещества, %:		Гранулометрический состав	Биологическая активность: выделение CO ₂ мг/м ² /сут	Крутизна склонов транзитных ландшафтов
				гумуса	С лабильного			
Элювиальные Элювиально-аккумулятивные Трансэлювиальные Трансэлювиально-аккумулятивные Супераккумулятивные Транссупераккумулятивные	Окислительный Восстановительный Карбонатный Сульфатный Щелочной Кислый Адсорбционный Испарительный Термодинамический	Мерзлотный Водозастойный Периодически водозастойный Промывной Периодически промывной Промывной сезонно-сухой Непромывной Аридный Выпотной Десуктивно-выпотной Паводковый Амфибиальный Ирригационный Осушительный	< 10 11...20 21...30 31...40 > 40	< 1 1...2 2...3 3...4 4...6 6...8 8...10 > 10	< 0,1 0,1...0,2 0,2...0,4 0,4...0,6 > 0,6	Пески Супеси Легкие суглинки Средние суглинки Тяжелые суглинки Легкие глины Средние глины Тяжелые глины	< 5 5...10 10...15 15...20 20...25 > 25	1...2° 2...3° 3...5° 5...7° 7...10° > 10°

В качестве базового критерия рассматривается положение земельного участка в ландшафте с точки зрения энергомассопереноса, то есть типы геохимических ландшафтов по Польшину-Глазовской. Наибольшей степенью свободы в использовании агрохимических средств характеризуются *элювиальные ландшафты*, наименьшей – *аккумулятивные*. Транзитные ландшафты имеют ограничения по применению удобрений и пестицидов в связи с повышенным поверхностным стоком. Степень ограничений зависит от крутизны склонов и экспозиции. На южных склонах она возрастает в связи с более низкой урожайностью из-за дефицита влаги и большим риском потерь агрохимикатов со стоком.

Процессы энергомассопереноса в различных геохимических ландшафтах соотносятся с типами водного режима. При промывном водном режиме создаются наиболее благоприятные условия для очищения почв от загрязнителей и наиболее велики потери полезных веществ из-за выщелачивания. При непромывном, водозастойном, выпотном, мерзлотном режимах продукты техногенеза за пределы почвенного профиля выносятся очень ограниченно.

В транзитных ландшафтах по мере увеличения крутизны склонов ограничиваются уплотняющие нагрузки, сокращается набор культур, исключается чистый пар, усиливается роль многолетних трав, ограничивается применение отвальной вспашки, усложняется организация территории, вводятся противоэрозионные мероприятия или ограничивается использование в пашне.

Судьба мигрирующих продуктов техногенеза зависит от различного рода геохимических барьеров, в особенности физико-химических. Например, наличие карбонатного, щелочного, сульфатного барьеров существенно повышает экологическую емкость агроландшафтов по отношению к катионам металлов и радионуклидов.

Особо важную роль в обеспечении устойчивости агроландшафтов и их экологической емкости играет емкость катионного обмена почв. Этот показатель интегрирует влияние гумуса, гранулометрического и минералогического составов. По величине ЕКО можно судить об экологической емкости по отношению к химическим нагрузкам. Это относится прежде всего к способности удерживать от вымывания элементы минеральных удобрений, поглощать из почвенных растворов тяжелые металлы, сдерживая их поступление в растения, обеспечивать буферность по отношению к кислотным и щелочным воздействиям. Представленные в таблице 5 градации ЕКО соответствуют пяти группам почв, существенно различающимся по устойчивости к химическим воздействиям.

Особое значение имеет способность почвы разлагать пестициды. Она зависит от биогенности почвы, то есть наличия микроорганизмов - деструкторов, и от запасов органического вещества, необходимого для их жизнедеятельности. Соответственно, косвенным свидетельством способности почвы выдерживать пестицидную нагрузку выступает содержание гумуса, в особенности лабильной его части (детрита), и биологическая активность почвы, самым общим выражением которой является дыхание почвы. Эти же показатели, особенно содержание ЛОВ на фоне определенного содержания гумуса, создающее предпосылки для поддержания водопрочной структуры, могут

характеризовать экологическую емкость агроландшафта по отношению к физической нагрузке (использованию различных движителей машин, частоте и характеру почвообработки и т. д.) и в определенной мере – к разрушающему воздействию водной эрозии и дефляции.

Весьма информативным показателем является гранулометрический состав, влияние которого на экологическую емкость существенно изменяется в зависимости от гидротермического режима. Так, в северотаежной подзоне весьма ограничено использование тяжелых почв, в степной и сухостепной зонах малоэффективно использование легких почв.

С учетом сказанного применительно к каждой природно-сельскохозяйственной провинции должны разрабатываться параметры агро-экологической нагрузки, которую выдерживают различные категории агроландшафтов, сохраняя экологическую и агрономическую устойчивость, а также нормативы допустимых экологических нагрузок для различных технологических операций и технологий в целом. При этом их кумулятивный эффект во времени не должен приближаться к экологической емкости агроландшафта. Например, уплотняющее влияние агротехнологий на почву лимитируется с учетом ограничений удельного давления движителей по технологическим операциям за весь цикл работ с учетом природных процессов разуплотнения. Другой пример, поступление токсикантов в агроландшафт лимитируется пооперационными и итоговыми нормативами с учетом накопления, миграции и трансформации за весь технологический цикл с учетом предшествовавшего накопления, а также поступления за счет внешних факторов (промышленные выбросы и пр.).

2.7 Соответствие земледелия социально-экономическим условиям

Значение этих условий в земледелии так же велико, как и агроэкологических. Их особая роль была показана еще в работах упоминавшихся выше

М.Г. Павлова и А.П. Людоговского. Последний отмечал, что развитие систем земледелия является следствием двух факторов: естественно-исторического и экономического и отдавал приоритет экономическому. М.Г. Павлов считал, что целью земледелия является наивысшая прибыль. При этом агротехнические аспекты отодвигались на второй план. Его ученик Я.А. Линовский занимал по этому поводу более компромиссную позицию.

Дискуссии на эту тему продолжаются по сей день. В подтверждение этого приведем цитаты из современного учебника «Земледелие» (2000).

«При всей важности экономических и социальных связей в земледелии они все же вторичны по отношению к создаваемому продукту. Первично биологическое существо этого продукта, его количество и качество. Приоритет биологического начала определяет агрономическую суть и теоретическую основу систем земледелия».

«Вторичными и субъективными факторами, влияющими на биопродукционный процесс и размер земледельческого продукта являются технологии производства продукции (соотношение культур в севообороте, энергетическое обеспечение и др.), экономические, социальные и даже исторические условия». Так или иначе при всей значимости агроэкологических условий, обуславливающих возможность производства той или иной продукции, востребованность ее будет определяться рынком, отношениями прибыли. Если экологически обусловленные возможности возделывания тех или иных культур совпадают с рыночными потребностями, создаются наиболее благоприятные условия земледелия. В случаях их несовпадения или неполного соответствия возрастают экономические и экологические издержки производства. Например, в периоды сокращения рынка зерна, доля чистого пара в зерносеющих провинциях Канады (Саскачеван, Альберта, Монитоба) возросла с 20 до 50%, что приводило не только к убыткам, но и экологическим потерям в виде значительного снижения содержания гумуса в почвах, накопления в грунтовых водах избыточного содержания нитратного азота, образовавшегося в результате чрезмерной минерализации органического вещества.

Более или менее стабильный спрос на определенную продукцию способствует специализации земледелия в соответствии с агроэкологическими условиями. Колебания, непредсказуемость рыночной конъюнктуры лихорадят производство. Для нормального функционирования цивилизованного рынка необходимо создание развитой инфраструктуры, достаточность товарных масс, надежное состояние финансово-кредитной системы, правовой характер отношений поставщиков и потребителей. Создание рыночных отношений требует активного участия государства. Их нужно регулировать так, чтобы способствовать развитию определенных производств с учетом экологических факторов на основе мониторинга рынка, прогноза развития отраслей. При этом государственная поддержка, в том числе финансовая, должна быть ориентирована на освоение наукоемких агротехнологий. Государственная финансовая поддержка научного обеспечения АПК, проводящей сети достижений научно-технического прогресса, мелиоративных работ, социальной инфраструктуры и т.п. должна реализовываться через специальные целевые финансовые фонды, используемые только по целевому назначению.

Важным условием формирования систем земледелия является соответствие их производственно-ресурсному потенциалу, под которым понимают профессиональный уровень специалистов и обеспеченность производственными ресурсами. По этому условию выделено четыре категории систем земледелия: экстенсивные, нормальные, интенсивные и высокоинтенсивные. Невыполнение этого принципа сопряжено с экологическими и экономическими издержками. Содержание систем земледелия сильно изменяется с повышением уровня интенсификации. Например, в лесостепной зоне с повышением обеспеченности агрохимическими ресурсами уменьшается доля пара в структуре посевных площадей или он исключается, минимизируется система обработки почвы, более ранними становятся сроки сева, уменьшаются нормы высева семян.

Конечный результат (урожайность и качество продукции) зависит от комплексности и точности выполнения технологических операций. Этими же

условиями определяются риски загрязнения продукции и окружающей среды. Любое нарушение или упрощение технологических операций снижает экономическую и экологическую эффективность технологии. То же самое происходит при нерациональном размещении интенсивных агротехнологий в агроландшафтах; в условиях сложного мезо- и микрорельефа, контрастного почвенного покрова. Интенсивные агротехнологии можно размещать лишь в условиях относительно благоприятного увлажнения, выделяя однородные участки в полях севооборотов. Выполнение данных технологий требует высокой квалификации специалистов вследствие высокой наукоемкости. При этих условиях достигается максимальный эколого-экономический эффект. Что же касается традиционных нареканий в адрес интенсивных агротехнологий по поводу чрезмерной затратности, экологической опасности и призывов к энергосберегающим технологиям, то они чаще всего служат оправданием технологической несостоятельности.

При разработке агротехнологий в условиях складывающейся многоукладной экономики возникает необходимость их дифференциации применительно к различным формам организации труда, особенно малочисленным коллективам. Специфика их технологического обеспечения заключается в узкой специализации севооборотов, подборе культур с растянутыми сроками посева и уборки урожая для уменьшения напряженности полевых работ, повышении доли пара, совмещении технологических операций по предпосевной подготовке почвы, внесению удобрений, пестицидов, посеву и т.д.

Формы организации труда, укладность влияют на экологическую и экономическую эффективность регулирования сельскохозяйственных систем. В историческом плане эта эффективность была максимальной там, где хозяйством управлял фермер, заинтересованный в том, чтобы передать свою ферму потомкам в наилучшем состоянии. При переходе от внутреннего к внешнему управлению (корпорации, холдинги, колхозы, совхозы), когда владельцы заинтересованы не столько в сохранении угодий, сколько в получении максимальной прибыли, снижается эколого-экономический эффект про-

2.8. Агротехнологии как составная часть адаптивно-ландшафтных систем земледелия

2.8.1 Определение агротехнологий и принципы их формирования

Современные агротехнологии представляют собой комплексы технологических операций по управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и определенной экономической эффективности. Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и защиты растений, то есть являются составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия. При этом они имеют индивидуальное значение, определяемое прежде всего особенностями сорта, поскольку каждому типу сорта (по назначению, интенсивности и другим параметрам) соответствует определенная система управления продукционным процессом и структурная модель агроценоза.

Важнейшие принципы формирования агротехнологий включают:

- альтернативность, возможности выбора;
- адаптированность к природным условиям на основе агроэкологической оценки земель, к различным уровням интенсификации производства на основе технологических нормативов, к хозяйственным укладам;
- динамический подход к созданию и управлению агроценозами путем последовательного устранения лимитирующих условий;
- формирование пакетов агротехнологий с учетом системных связей, выявляемых в многофакторных полевых экспериментах;
- открытость новейшим достижениям научно-технического прогресса;

- преемственность.

Методология формирования агротехнологий заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции. Количество их зависит от сложности экологической обстановки и уровня планируемой урожайности. Тем самым в значительной мере определяется содержание агротехнологий.

По фактору интенсивности В.И. Кирюшиным (1995) предложено различать четыре категории технологий:

Экстенсивные технологии, ориентированные на использование естественного плодородия почв без применения удобрений и других химических средств или с очень ограниченным их использованием и применением толерантных сортов.

Нормальные технологии, обеспеченные минеральными удобрениями и пестицидами в том минимуме, который позволяет осваивать почвозащитные системы земледелия, поддерживать средний уровень окультуренности почв, устранять дефицит элементов минерального питания, находящихся в критическом минимуме и давать удовлетворительное качество продукции. В этих технологиях используются пластичные сорта зерновых.

Интенсивные технологии, рассчитанные на получение планируемого урожая высокого качества в системе непрерывного управления продукционным процессом сельскохозяйственной культуры, обеспечивающие оптимальное минеральное питание растений и защиту от вредных организмов и полегания. Интенсивные технологии предполагают применение интенсивных сортов и создание условий для более полной реализации их биологического потенциала.

Высокоинтенсивные технологии, рассчитанные на достижение урожайности культуры, близкой к ее биологическому потенциалу с заданным качеством продукции с помощью современных достижений научно-технического прогресса при минимальных экологических рисках. Они ориентированы на использование прецизионной техники, современных препара-

тов, информационных технологий. Высокоинтенсивные, или высокие технологии являют собой качественный скачок и в создании сортов, и в подготовке почвы, и в насыщении технологическими операциями по уходу за посевами. В высоких технологиях достигается максимальная интеграция мероприятий с учетом их системного взаимодействия. Их следует осваивать в первую очередь в опытных и базовых хозяйствах научных центров для демонстрации возможностей научно-технического прогресса.

В табл. 6 представлены характеристики агротехнологий различных уровней.

6. Сравнительная оценка агротехнологий различного уровня интенсификации

Основные показатели	Агротехнологии			
	Экстенсивные	Нормальные	Интенсивные	Высокие
Сорта	Толерантные	Пластичные	Интенсивные	С заданными параметрами
Почвенно-ландшафтные условия	Различной сложности	Умеренно сложные	КУ>0,6 плоские ЭАА, пятнистости	КУ>0,8 плоские ЭАА, однородные ПК
Удобрение	Нет	Поддерживающее	Программированное	Точное
Защита растений	Эпизодическая	Ограниченная, против наиболее вредных видов	Интегрированная	Экологически сбалансированная
Обработка почвы	Система вспашки	Почвозащитная комбинированная	Дифференцированно минимизированная	Оптимизированная
Техника	1...2-го поколения	3-го поколения	4-го поколения	Прецизионная
Качество продукции	Неопределенное	Неустойчиво удовлетворительное	Отвечающее требованиям переработки и рынка	Сбалансированное по всем компонентам
Землеоценочная основа	Почвенные карты 1 : 25 000	Почвенные карты 1 : 10 000	Почвенно-ландшафтные карты	ГИС
Экологический риск	Активная деградация почв и ландшафтов	Деградация почв	Риск загрязнения	Минимальный риск

Как видим, высокоинтенсивные или точные агротехнологии занимают особое положение. Они создаются для особых сортов растений с высоким генетическим потенциалом продуктивности и качества продукции, который реализуется точным регулированием производственного процесса по микропери-

одам органогенеза различными средствами. Для этого необходимы дружный рост и развитие растений, что обеспечивается точным размещением семян на одинаковую глубину в условиях исключительно ровной поверхности на производственных участках с однородным почвенным покровом и оптимальными условиями увлажнения, теплообеспеченности, почвенного плодородия. Подбор таких участков – необходимое условие высокой эффективности технологии. Почвенно-микроландшафтная неоднородность сильно усложняет технологический процесс в связи с необходимостью маневрирования технологическими операциями по внесению удобрений, препаратов и т.п. По мере усложнения почвенно-ландшафтных условий ограничиваются возможности интенсификации агротехнологий без специальных мелиораций, или она исключается. Например, при наличии почвенных мозаик, ташетов повышенной контрастности, почвенных комплексов с западинным микрорельефом полностью исключаются не только высокоинтенсивные агротехнологии, но и интенсивные. На комплексах с участием пятен солонцов, глееватых и других неблагоприятных почв возможно применение интенсивных и, ограниченно, высоких технологий после их мелиорации и т.д. Одним словом, путь к высокоинтенсивному использованию земель лежит через понимание многообразных почвенно-ландшафтных условий, их агроэкологическую идентификацию и отбор подходящих производственных участков.

В случае высокой агротехнологии ставится задача последовательной оптимизации всех регулируемых лимитирующих факторов, максимально возможного использования ФАР, тепла, влаги и генетического потенциала сортов растений. Важно при этом понимать, что любое нарушение производственного процесса вследствие природных катаклизмов или технологических ошибок может резко снизить эффективность агротехнологий. Очевидно, ориентироваться на максимальную интенсификацию технологий (разумеется, экономически приемлемую) целесообразно в относительно благополучных природных условиях с минимальной вероятностью стрессовых ситуаций (засуха и пр.) при высоком профессионализме исполнителей, вооруженных по-

следними достижениями научно-технического прогресса.

Применение высоких технологий сводит к минимуму экологические риски химического загрязнения по сравнению с интенсивными агротехнологиями и предотвращает деградацию почв и ландшафтов по сравнению с нормальными и тем более экстенсивными агротехнологиями. Это происходит благодаря применению сортов растений устойчивых к вредным организмам (в том числе трансгенных) и соответственно сокращению химических обработок, использованию высокоэффективных биопрепаратов, точному внесению под растения и на растения агрохимических средств, повышению роли биологического азота в азотном балансе агроценозов. Важное значение имеет сокращение уплотняющего воздействия на почву движителей машин благодаря постоянной технологической колее, обогащение почвы растительными остатками вследствие повышения продуктивности агроценозов, регулирование почвенных режимов.

Фактический уровень интенсификации агротехнологий в хозяйстве выбирается в зависимости от производственно-ресурсного потенциала товаропроизводителя. При наличии сортов интенсивного типа и агрохимических ресурсов, необходимых для оптимального питания растений и интегрированной защиты от вредных организмов, практикуются интенсивные технологии с постоянной технологической колеей для ухода за посевами. Уровень и качество урожая планируются в них исходя из нормативов влагопотребления и других достаточно высоких показателей реально достигнутых в передовых хозяйствах региона. Для выполнения этих технологий требуется достаточно высокая профессиональная подготовленность агрономов-технологов, ибо ошибки и необоснованные сокращения технологических операций сводят на нет все усилия и затраты.

Если не позволяет уровень квалификации специалистов, обеспеченность ресурсами или агроэкологические условия сельскохозяйственного предприятия (засушливость климата, сложный почвенный покров, рельеф и др.), следует ориентироваться на нормальные агротехнологии, выполняемые

с учетом защиты почв от эрозии и дефляции, в которых используются пластичные сорта растений, агрохимические средства применяются в режиме компенсации острых дефицитов элементов питания, устранения повышенной кислотности, солонцеватости почв и защиты растений от вспышек вредных организмов. Данные технологии отвечают среднему уровню агрономической культуры.

Особняком стоят экстенсивные агротехнологии, рассчитанные на использование естественного плодородия почв. Они сопровождаются рисками деградации почв и ландшафтов, поскольку почвозащитные мероприятия (мульчирующая обработка почвы и др.), как правило, затруднены без применения агрохимических средств. Тем не менее, эти технологии по возможности адаптированы к зональным и почвенно-ландшафтным условиям с учетом различной обеспеченности производственно-ресурсным потенциалом. По своему содержанию они приближаются к технологиям биодинамического земледелия. Во всяком случае, их не следует путать с упрощенкой по типу «посеял-убрал».

Эта классификация была принята при разработке федеральных регистров технологий возделывания сельскохозяйственных культур и вошла в практику сельского хозяйства. Тем не менее встречаются различные ее толкования, дополнения, компиляции, что вполне естественно, если не ухудшает ее смысл. С некоторыми толкованиями мы не можем согласиться. Например, в учебнике «Системы земледелия» (под редакцией А.Ф. Сафонова, 2005) рассматриваются экстенсивная, традиционная, интенсивная, высокоинтенсивная, экологически безопасные (биологизированные), адаптивно-интенсивные. Выделение экологически безопасных (биологизированных) агротехнологий мотивируется ограничением применения минеральных удобрений и усилением применения бобовых культур, навоза, соломы. При этом понятие «нормальные технологии» подменено «традиционными». Это предложение вносит путаницу в сложившиеся понятия. Что касается экологической безопасности, то это условие касается всех агротехнологий. Другое дело, экологиче-

ские риски, они разные. Те или иные существуют во всех агротехнологиях. Риски загрязнения продукции и окружающей среды остатками пестицидов и удобрений исключают в альтернативных агротехнологиях (биодинамических, органических и т.п.), хотя в них проявляются риски загрязнения продукции природными токсическими веществами. Такие технологии обусловлены ранее приведенными мотивами и определенными правилами, установленными Международной Федерацией органического земледелия (IFOAM).

Термин «традиционные агротехнологии», который используют авторы учебника, сохраняя нашу формулировку нормальных агротехнологий некорректен, поскольку не определен. Под ним можно понимать, что угодно. Используя термин «нормальные технологии», мы заимствовали его из работ В.В. Докучаева, проводившего оценку земель и бонитировку почв в расчете на сложившийся, доступный (нормальный) уровень интенсификации производства. При этом в него вкладывался конкретный смысл обеспечения экологичности систем земледелия и агротехнологий, использования почвозащитных севооборотов и систем обработки почвы с оставлением соломы, применением органических и минеральных удобрений на уровне, обеспечивающем возможности минимизации почвообработки, доли пара, компенсации острых дефицитов питания растений и т.п.

Неверно истолковывают авторы учебника понятие экстенсивных агротехнологий. Сохраняя нашу формулировку, согласно которой экстенсивные агротехнологии ориентированы на использование почв без применения удобрений и пестицидов или с ограниченным их использованием, они затем утверждают, что эти технологии «временно вынуждены применять финансово-недееспособные (обанкротившиеся) фермерские и другие хозяйства, старающиеся получить урожай при самых минимальных затратах и низком уровне культуры земледелия. Урожаи при этом получают, как правило, очень низкие, «малорентабельные или даже убыточные». Таким образом, понятие экстенсивных агротехнологий смешивается с бесхозяйственностью и безграмотностью. На самом же деле данные технологии выполняются по опреде-

ленным правилам: повышается доля пара в севооборотах степной зоны, повышается доля многолетних трав в таежно-лесной зоне, подбор толерантных сортов, активная борьба с сорняками агротехническими методами и т.д. При тщательном выполнении тривиальных агротехнических правил возможно достижение значительных урожаев, особенно в черноземной зоне, где получение урожаев озимой пшеницы более 30 ц/га по пару совсем не редкость. Другое дело, что при низком уровне профессиональной культуры и бесхозяйственности низкие результаты получают и при высокой обеспеченности производственными ресурсами. В доперестроечный период с максимальным внесением удобрений (около 100 кг/га д.в. в среднем по стране) урожайность не поднималась выше 13 ц/га. С повышением самостоятельности, ответственности и, в известной мере, технологической дисциплины эта урожайность повысилась в последние годы до 20 ц/га при том, что на гектар пашни вносилось менее 20 кг/га д.в. удобрений. Это означает, что ранее эффективность фактических «технологий» была ниже тех экстенсивных, которые должны выполняться по агрономическим правилам. Очевидно, не следует смешивать конкретные категории агротехнологий с полуграмотными компиляциями так называемой агротехники.

Нечто подобное происходит и с трактовкой интенсивных агротехнологий. На них лежит некая печать экологической опасности как результат ошибок при их разработке и, особенно, освоении. В связи с этим появляются предложения адаптивных интенсивных агротехнологий. Приведем одно из таких в качестве примера: «адаптивная – это экономически целесообразная и экологически безопасная интенсивная технология возделывания культуры, обеспечивающая выход высококачественной продукции на уровне или выше, чем по интенсивной технологии, но с меньшими затратами средств интенсификации» (Брут И.Г., Шабанович Г.Н., 1998). Это пример неустоявшегося понимания интенсивных агротехнологий, интенсивность которых определяется не только ресурсоемкостью, но и наукоемкостью, обеспечивающей их экологическую безопасность. Критерием интенсивности является не только

количество вложенных ресурсов, но и их окупаемость, при отсутствии негативных экологических последствий.

2.8.2. Информационное обеспечение агротехнологий

Современные возможности, которые обусловили развитие методологии адаптивно-ландшафтного земледелия, связаны с появлением географических информационных систем (ГИС), глобальных спутниковых систем позиционирования (ГСП) с непосредственным вводом информации в бортовой компьютер сельскохозяйственных машин с возможностью регулирования интенсивности технологических операций (норм высева, норм внесения удобрений и средств защиты растений) по ходу движения трактора по полю. При этом решающую роль в этом процессе играет совершенствование информационного обеспечения методов принятия решений – моделей, баз данных и знаний, экспертных систем.

В основе агротехнологий лежит управление продукционным процессом сельскохозяйственных культур. Методология управления этим процессом активно развивалась в СССР в 1970-80-х годах под названием «программирование урожаев» большой группой ученых, в особенности И. С. Шатиловым, М. К. Каюмовым, Н. Ф. Бондаренко, Е. Е. Жуковым, Х. Г. Тоомингом, Ю. К. Россом, Р. А. Полуэктовым и многими другими. В работе Н. Ф. Бондаренко с соавторами (1986) было дано следующее определение данного направления: «Программирование урожаев — это создание комплекса агротехнических, мелиоративных и защитных мероприятий, своевременное выполнение которых обеспечивает (с заранее рассчитанной вероятностью) получение экономически обоснованного урожая при удовлетворении требований охраны окружающей среды».

В рамках этой тематики был выполнен ряд теоретических и экспериментальных исследований, основной целью которых было совершенствование методов принятия технологических решений в земледелии с учетом достижений смежных наук — агрометеорологии, агропочвоведения, аг-

рофизики, математического моделирования и информатики. При разработке дифференцированных агротехнологий и динамических моделей учитывалась временная вариабельность, связанная с изменчивостью погодных условий и вариабельность характеристик почвы. Развитие информационных технологий шло по пути создания экспертных систем, баз данных, а также баз декларативных и процедурных знаний.

Современное программное управление в точных агротехнологиях осуществляется на основе ГИС агроэкологической оценки земель. В соответствии с электронными картами, отражающими те или иные агроэкологические условия, разрабатываются карты-задания на выполнение операций в режиме “off line”. Разработанные карты-задания записываются на флеш-карту и вводятся в бортовой компьютер, который и реализует их выполнение. При применении другого способа управления, “on line”, управляемая величина, например, содержание азота в растениях, измеряется непосредственно в процессе движения агрегата по полю. Текущее значение дефицита азота используется непосредственно для выработки управляющего сигнала, командующего внесением той или иной дозы азотного удобрения.

Применение технологий точного земледелия требует оснащения предприятия специальным оборудованием и программным обеспечением.

1. Навигационная система – глобальная система позиционирования (GPS/GLONASS) с вводом данных в бортовой компьютер.
2. Аппаратура для исследования изменчивости характеристик почвы в пределах поля с использованием автоматизированных средств.
3. Рабочие органы с компьютерным управлением технологическими операциями (норма посева, дозы внесения агрохимических средств).
4. Стационарный компьютер с программным обеспечением, выполняющим следующие функции:
 - ведение истории полей с привязкой к электронной карте полей
 - анализ вариабельности характеристик почвенного и растительного покрова;

- формирование карты-задания на выполнение работы и ее запись на флеш-карту.

5. Бортовой компьютер с программным обеспечением, реализующим программу управления, осуществляющий следующие функции:

- прием сигналов от GPS/GLONASS и других датчиков в процессе движения агрегата по полю;
- накопление измеренных данных с использованием ГИС-технологии;
- формирование управляющих сигналов для дифференцированного выполнения тех или иных технологических операций.

Развитые информационно-управляющие системы (ИУС, IMS – Information Management Systems) являются неизменным атрибутом точных технологий. Они включают в себя совокупность методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих сбор, накопление и хранение данных, обработку данных и формирование программ реализации агротехнологии. В структуру ИУС входят:

- база атрибутивно-графических данных, реализованная в системе ГИС, например с использованием программного продукта Панорама-АГРО.
- база знаний, осуществляющая прогнозные расчеты и формирующая на их основе управляющие программы;
- оболочка системы, являющаяся связующим звеном между отдельными подсистемами;
- интерфейс пользователя, позволяющий осуществлять общение человека с компьютером в режиме диалога.

В базе данных в формате справочников накапливается и хранится вся информация, относящаяся к данному хозяйству, сельскохозяйственным полям, возделываемым культурам и их сортам, а также архивная и текущая метеорологическая информация, необходимая для выработки технологических решений. Данные, относящиеся к каждому полю формируются в системе географических координат, позволяющих осуществлять “привязку” GPS - сигнала в процессе реализации технологии.

Центральным звеном ИУС, ее интеллектуальным ядром является база знаний. Она включает в себя базу декларативных знаний и базу процедурных знаний. Как известно, существуют два типа моделей – модели, управляемые знаниями (knowledge driven models) и модели, управляемые данными (data driven models). Модели, управляемые знаниями (экспертные системы) формируют все элементы агротехнологии и технологию в целом. Модели, управляемые данными (динамические модели) осуществляют прогнозные функции на всех этапах формирования и реализации агротехнологий.

Оболочка системы осуществляет передачу управлений той или иной подсистеме для реализации ее функций в реальном времени.

Назначением интерфейса является организация диалога с программным продуктом на языке пользователя.

2.8.3. Эффективность агротехнологий

Интенсификация агротехнологий в передовых странах осуществляется в основном за счет повышения их наукоемкости. Например, урожайность озимой пшеницы в Германии с 2000 г по 2010 возросла с 6 до 9 т/га при мало изменившемся уровне применения минеральных удобрений. При этом окупаемость минеральных удобрений продукцией в этих странах сильно возросла (в частности, зерновых до 15 кг зерна за 1 кг д.в. и более) за счет повышения наукоемкости агротехнологий, их точности.

В России бурный старт освоения интенсивных агротехнологий в 1986 – 1991 гг. прервался затянувшимся экономическим кризисом. Однако во многих хозяйствах эта работа в той или иной мере продолжалась, а в ряде сельскохозяйственных научных центров она получила дальнейшее развитие. Высокая эффективность интенсивных агротехнологий показана во многих районах лесостепной и южно-таежно-лесной зон. В качестве иллюстрации к сказанному могут служить результаты демонстрационных производственных опытов, проведенных на выщелоченных черноземах в Новосибирской области и типичных черноземах Тамбовской области (таблица 7., 8.)

7. Урожайность озимой пшеницы сорта **Московская 39** при интенсивных агротехнологиях в **Нечерноземной зоне**

Конкурсные испытания		Производственные условия	
Место проведения	Урожайность, ц/га	Местоположение хозяйства	Урожайность, ц/га
Рязанский НИПТИ АПК (1991 - 1993)	83,1	Рязанская область, хозяйство «Долина», чернозем оподзоленный	63,0
Орловский НИИСХ (1991-1994)	61,0	Орловская область ЗАО «Юность», чернозем выщелоченный	70,0
Тульский НИИСХ	61,3	Тульская область, хозяйство «Новая жизнь», чернозем оподзоленный	53,0
Московский НИИСХ ЦРНЗ	60,0	Московская область, учхоз «Михайловское» МСХА, дерново-подзолистые почвы	50,1

8. Урожайность озимой пшеницы в базовых хозяйствах Ростовской области, предкавказские черноземы

Базовое хозяйство	Годы	Демонстрационные поля по интенсивной технологии		Хозяйство		Район
		площадь, га	Урожайность, ц/га	площадь, га	Урожайность, ц/га	
СПК АФ «Новобатайская»	2002-2004	3000	59,9	4660	51,0	40,3
ЗАО «Кировский конный завод»	2002-2004	3500	66,9	8190	49,1	39,5
ОНО ОПХ «Рассвет»	2004	200	70,5	1400	49,3	32,8

9. Урожайность яровой пшеницы при интенсивной агротехнологии в сравнении с производственными посевами базовых хозяйств и районными показателями **Новосибирской области, 2000- 2003 гг.**

Базовое хозяйство	Год	Демонстрационные поля интенсивной агротехнологии		Хозяйство		Район
		Площадь, га	Урожайность, ц/га	Площадь, га	Урожайность, ц/га	
ЗАО племзавод «Ирмень» Ордынский район	2000	124	55,4	5612	31,9	19,2
	2001	100	63,6	6042	40,0	21,6
	2002	73	76,8	6326	33,6	18,0
	2003	100	60,0	6213	38,0	17,0

ОПХ «Элитное» Новосибирский район	2000	64	47,8	600	28,3	20,5
	2001	77	52,9	650	32,2	20,5
	2002	50	45,4	687	27,7	21,8
ЗАО «Гусельни- ковское» Искитим- ский район	2000	98	36,3	850	30,3	16,2
ЗАО «Суздаль- ское», Доволенский район	2001	90	51,3	4126	27,1	16,6
КФХ «Квант» с.Пайвино, Ново- сибирский район	2001	204	51,4	900	32,3	20,5
	2002	143	46,2	950	26,0	21,8
Учхоз «Тулин- ское», Новосибир- ский район	2002	104	62,0	1300	33,8	21,8

**10. Оценка эффективности технологий возделывания яровой пшеницы
на типичном черноземе ООО «Агротехнологии» Жердевского района
Тамбовской области**

Показатели	Агротехнологии		
	Экстенсивная	Нормальная	Интенсивная
Урожайность, т/га	2,98	5,09	6,54
Качество зерна, % содержание: белка	6,7 - 9,5	13,0 - 13,4	15,0 - 16,8
клейковины	14 - 20,0	26,28,0	32-35,0
Технологические затра- ты, руб/га	2392,0	5104,4	7556,2
Себестоимость зерна, руб. /т	802,7	1002,8	1155,4
Стоимость продукции, руб/га	2500	3500	5200
Условно-чистый доход, руб/га	7450	17815	34008
Окупаемость затрат, руб/руб	3,1	3,5	4,5

Технологическое перевооружение сельского хозяйства страны, в частности производственное освоение современных агротехнологий, требует решения ряда практических задач в рамках новой государственной политики, включающей:

- создание инновационных центров по освоению агротехнологий на базе региональных НИИ и ВУЗов и эталонных систем земледелия на базе ОПХ и учхозов;
- создание экономического механизма государственной поддержки освоения перспективных агротехнологий (льготные цены на ресурсы, льготное кредитование и др);
- технологическую и техническую подготовку специалистов (совершенствование образовательных программ учебных заведений, системы повышения квалификации);
- развитие системы технического обеспечения АПК, создание региональных регистров сельскохозяйственных машин, формирование технической политики;
- создание системы производственно-технологического обеспечения: агрохимическое обслуживание, развитие различных форм материально-технического обеспечения и др.

2.8.4 Реалии и мифы точного земледелия

В предложенной нами классификации адаптивно-ландшафтных систем земледелия высокоинтенсивное, или точное земледелие рассматривается как высшая форма их интенсификации с использованием новейших достижений науки, техники и информатизации. Это означает, что основа точного земледелия обусловлена теоретическими посылами адаптивно-ландшафтного земледелия, реализация которых достигается или улучшается новейшими средствами интенсификации, в том числе информатизации.

Данное определение далеко не в полной мере соотносится с довольно разнообразными представлениями о точном земледелии, существующими в зарубежной и отечественной литературе. В России проводится активная его пропаганда, наблюдается даже некоторая кампанейщина, хотя и не такая выразительная как кампания по внедрению «нулевой» обработки в начале 21 века. Поэтому заслуживает внимания рассмотрение этой сборной категории,

существующей под названием точного земледелия и включающей самые разные его толкования от «информационного инструментария» до «фундаментальной науки».

В самом деле, в мировой литературе нет общепринятого определения точного земледелия. Самое простое представление о нем сводится к использованию новых методов управления производственным процессом с помощью ГИС, GPS и нового поколения компьютеров, появившихся в 90-х годах.

В качестве примера наиболее структурированного понятия можно привести определение Werner (2003): «точное земледелие является частью информационно управляемого производства растениеводческой продукции, которая учитывает пространственную и временную изменчивость почвенных и климатических условий с помощью GPS, ГИС, адаптацию места нахождения сенсоров для измерения состояния почвы и посевов, систем электронного управления и управляемости прицепных машин».

Это определение приводится в книге «Точное сельское хозяйство» (2009) наряду с целым рядом других, которые можно ранжировать по амбициозности. В определении Д. Шпаара (2007), одного из редакторов этой книги, «точное земледелие представляет совокупность технологических приемов для целенаправленной дифференцированной обработки отдельных частей поля с учетом различий природных условий...». Ehlert (1994) рассматривает точное земледелие как «систему менеджмента для производства растительных продуктов с учетом неоднородности почвенных и растительных параметров».

Более амбициозное определение дается Национальным исследовательским комитетом США (US National Research Council, 2004), согласно которому «точное земледелие – это стратегия управления, которая использует информационные технологии, извлекая данные из множества источников с тем, чтобы принимать оптимальные решения по производству сельскохозяйственной продукции». Это определение часто цитируется отечественными авторами, особенно В.П. Якушевым (2002, 2004). Сам же он идет гораздо

далее американских коллег и формулирует точное земледелие как «фундаментальную науку, занимающуюся разработкой стратегии и тактики земледелия, а также оперативного управления производственным процессом сельскохозяйственных растений с учетом биологических особенностей культуры и сорта, локальных условий почвенного питания растений и микроклиматических особенностей территории».

Одновременно В.П. Якушев выделяет координатное земледелие как «прикладную науку, разрабатывающую дифференцированные технологии земледелия, направленные на получение заданных экономически и экологически обусловленных урожаев при максимальной экономии невозобновляемых ресурсов с учетом неоднородности почвенного покрова в пределах одного поля».

Если по поводу отнесения второй категории к прикладной науке можно дискутировать, поскольку она ближе к категории «разработки» или даже к инновационной деятельности, то первая категория к фундаментальной науке по большому счету отношения не имеет. Но дело не только в этом. Наделение технологического «менеджмента», по выражению иностранных коллег, стратегическими функциями противопоставляет «точное земледелие» адаптивно-ландшафтному. Такая фетишизация данной категории ведет к мифу о новой фундаментальной науке. Попытка отпочковать эту категорию от земледелия в качестве самостоятельной науки была подготовлена одной из предыдущих публикаций (2004), в которой В.П. Якушев рассматривает точное земледелие как «развитие программирования урожаев на новом этапе научно-технического прогресса». С этим можно согласиться. Однако нелишне напомнить, что эта деятельность первоначально была оторвана от агротехнологий, в особенности от защиты растений от болезней, вредителей, сорняков, полегания. Интеграции мы учились на опыте освоения зарубежных агротехнологий. О вреде необоснованного отпочковывания мы уже неоднократно рассуждали.

Следует подчеркнуть, что слухи о возможностях точного земледелия сильно преувеличены и нередко вводят в заблуждение товаропроизводителей, хотя такие операции, как параллельное вождение полевых агрегатов на основе GPS, подруливающее устройство, обмер полей и другие уже нашли практическое применение.

Проблема управления производственным процессом сельскохозяйственных культур с помощью дистанционных методов и различных средств информатизации находится в начале пути. В то же время в практическом земледелии страны имеется широкая перспектива освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия поступательно с повышением уровней интенсификации. Адаптация их к разнообразным условиям обеспечивается дифференцированным проектированием полей севооборотов и производственных участков по материалам почвенно-ландшафтных изысканий и ГИС агроэкологической оценки земель. Важно подчеркнуть, что базовой матрицей проектирования является структура почвенного покрова. Тот факт, что большинство авторов работ под рубрикой «точное земледелие» даже не упоминает эту категорию, свидетельствует о недостаточности агроэкологической оценки земель.

В самом деле, существенным недостатком известных разработок точного земледелия является весьма несовершенная землеоценочная основа, в качестве которой используется карта урожайности, выполненная с помощью учетного комбайнирования и агрохимическая картограмма. Изменчивость урожайности в пределах поля обусловлена множеством факторов, помимо обеспеченности питательными веществами: разнообразием почвенных условий, форм мезо- и микрорельефа, почвообразующих пород, глубиной залегания и составом грунтовых вод и т.п. Только в результате идентификации этих условий можно объяснить различия в урожайности различных участков поля. Карта урожайности не отвечает на эти вопросы, а ставит их. В разные по погодным условиям годы соотношение урожайности по участкам поля может сильно изменяться, что обусловлено изменяющимся сочетанием факторов.

Поэтому обязательным условием проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия является формирование ГИС агроэкологической оценки земель по перечисленным параметрам. Картирование урожайности имеет смысл в научных исследованиях для выявления связи ее с различными факторами и разработки нормативов. Комбайновый учет урожайности для практических целей не имеет убедительных мотиваций.

Нельзя признать безукоризненной методику дифференцированного основного внесения минеральных удобрений (VRA-variable rate application). Варьирование содержания в почве доступных растениям форм фосфора и калия обычно велико, что осложняет его диагностику. При недостаточной точности агрохимических GIS-картограмм внесение минеральных удобрений в режиме «off-line» создает дополнительную пестроту содержания подвижных элементов питания в почве. Более надежным представляется дифференцированное внесение удобрений по производственным участкам, выделяемым в пределах поля, как это рекомендовано нами в проектах адаптивно-ландшафтного земледелия. При этом учитываются различия в обеспеченности почв питательными веществами, связанные с генетическими особенностями почв, выделяемых производственных участков, и сами эти особенности, определяющие специфику сельскохозяйственного использования почв. Важно различать генетически обусловленную пестроту почв по обеспеченности питательными веществами и антропогенную, приобретенную в процессе использования удобрений.

Различия такого рода следует учитывать и при оценке фитосанитарной ситуации в посевах. Экологически обусловленные участки земель по условиям развития тех или иных сорняков, болезней и вредителей следует выделять в виде производственных участков в полях севооборотов, планируя на них специальные мероприятия. Пестицидные обработки посевов в изменяющемся режиме, так же как подкормки удобрениями представляют желанную перспективу, однако не следует переоценивать их возможности в ближайшей перспективе, учитывая экономические и другие факторы.

Следует подчеркнуть, что применение прецизионной техники и дорогостоящих средств интенсификации экономически оправданно в высоких агротехнологиях на однородных по агроэкологическим условиям производственных участках, выделяемых в пределах полей севооборотов. Интенсификация агротехнологий в сложных ландшафтах, в условиях почвенной неоднородности, тем более пестроты не всегда может быть оправдана по экономическим условиям. Очевидно, выбор тех или иных средств интенсификации требует экологического и экономического обоснования. Например, выборочная мелиорация солонцов внесением гипса на их пятна намного эффективнее сплошного внесения мелиоранта на весь почвенный комплекс.

2.9 Моделирование земледелия

2.9.1. Экспериментальные исследования системных связей в земледелии с целью математического моделирования

Научный опыт и практика свидетельствуют о том, что система земледелия функционирует как единый организм. Воздействие на любой элемент системы сказывается на ее функционировании. Чтобы создавать оптимальные по тем или иным условиям системы земледелия, необходимо не только учитывать системные взаимодействия между элементами земледелия, экологическими, экономическими, социальными и другими факторами, но и количественно их измерять.

Степень изученности этих взаимодействий весьма не одинакова. Некоторые из них давно находятся в поле зрения исследователей; в отношении других можно найти лишь отдельные работы или даже единичные наблюдения. Немногочисленность экспериментальных доказательств взаимодействий, определяющих урожайность, связана с тем, что такие доказательства можно получить лишь в довольно сложных многофакторных опытах, которые вошли в широкую практику научных исследований сравнительно недавно.

Примечательно, что наибольшее развитие эта работа получила в Зауралье и Сибири. Особая заслуга в данном отношении принадлежит В.И. Овсянникову (1971). Он установил, связь между выходом зерна с 1 га севооборотной площади, долей чистого пара и обеспеченностью удобрениями и пестицидами. В экстенсивном земледелии без удобрений наиболее перспективны зерно-паровые севообороты. Депрессию урожайности зерновых после непаровых предшественников в сравнении с чистым паром значительно уменьшают удобрения, в первую очередь азотные, и гербициды. Их широкое применение приводит к радикальному изменению модели земледелия вплоть до полного отказа от чистого пара. Технологически и экономически оправданными становятся не только зернотравяные и зернопропашные севообороты, но и севообороты со стопроцентным насыщением зерновыми культурами.

В.И. Овсянников показал, что в лесостепном Зауралье для перехода на беспаровое земледелие необходимо в среднем на гектар пашни вносить 30-50 кг азота и 20-30 кг фосфора и обрабатывать гербицидами 30-40% пашни. Высказанные сначала в форме научной гипотезы данные положения были подтверждены в серии длительных многофакторных стационарных опытов по оценке севооборотов при разных уровнях химизации, заложенных в ряде агроландшафтных районов Южного Зауралья (Овсянников В.И., Овсянникова С.М., 1977; Овсянников и др., 1979, 1982). На основе данных этих стационаров были построены математические модели, вскрывшие формальную связь между исследованными факторами (Овсянников В.И. и др., 1983; Овсянников др., 1994).

Взаимодействие между минеральными удобрениями и средствами защиты растений изучалось Л.Ф. Даниловой и А.П. Курловым в южнолесостепном агроландшафтном районе левобережья Тобола. По их данным, при сильной засоренности питательные вещества удобрений расходуются преимущественно на увеличение массы сорняков. Сумма прибавок от отдельного внесения $N_{40}P_{30}$, гербицида 2,4-Д и фунгицида Тилт в опыте была 0,31 т/га, тогда как при совместном применении - 0,69 т/га. Взаимодействие между

средствами химизации особенно усиливается во влажные годы (Научные основы системы удобрений, 2001).

Взаимодействия между удобрениями, сроками посева пшеницы, длиной вегетационного периода сортов и предшественниками в северной лесостепи предгорий Южного Урала исследовал Ю.Д. Кушниренко (1968). Он установил, что после чистого пара, хорошо обеспеченного влагой и нитратным азотом и имеющего невысокую засоренность, наибольший урожай дают ранние посевы позднеспелых сортов пшеницы. При повторных посевах зерновых лучшие результаты дает поздний посев скороспелых сортов. Если повторные посевы зерновых в ранние сроки все же необходимы, то на них целесообразно применять азотные удобрения. При этом достигается наивысшая окупаемость удобрений.

В северной лесостепи предгорий зависимость между сроками посева пшеницы, сортом и предшественником изучал также К.И. Шумских, который подтвердил преимущество раннего посева позднеспелых сортов не только после чистого пара, но и после других, по терминологии автора, "высоких агрофонов" – гороха, кукурузы (Фрумин И.Л., Шумских К.И., 2000).

В.И. Овсянников, Ю.Г. Холмов и Р.И. Токарева исследовали связь между сроками посева пшеницы, севооборотом и нормами удобрений в северолесостепном агроландшафтном районе левобережья Тобола на плакорных землях, представленных выщелоченными тяжелосуглинистыми черноземами. Урожайность пшеницы после всех предшественников (пар, однолетние травы, овес), а также в повторных посевах была выше при поздних сроках посева; однако при последовательном увеличении дозы азота (0, N₄₀, N₁₂₀) разница между сроками посева несколько уменьшалась (Глухих М.А., 2003). Более тесной оказалась связь между сроками посева и противоовсюжным гербицидом триаллатом. Работы В.И. Овсянникова и С.М. Овсянниковой (1977) в северной лесостепи, М.А. Глухих Г.Л. Апетенок в южной лесостепи левобережья Тобола показали, что применение этого гербицида смещает оптимальный срок посева пшеницы и ячменя с третьей декады мая на первую. При

этом роль предшественника и сорта элиминируется (Глухих, 2003; Научные основы систем обработки..., 2001).

Сибирская традиция многофакторного полевого экспериментирования была продолжена в Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства под руководством автора данной монографии по программе, охватывающей основные элементы земледелия.

Вначале проводили полевые опыты по отдельным блокам взаимодействия: севообороты - удобрения - пестициды, системы обработки почвы - удобрения - пестициды, сроки посева - нормы высева семян - удобрения - пестициды и т. д. с большим набором вариантов севооборотов, обработки почвы и др. при возрастающем уровне химизации. Затем по результатам экспериментов закладывали интегральные полевые опыты по изучению взаимодействия отобранных вариантов при трех фонах удобрений и двух защиты растений.

Исследования проводили на выщелоченных черноземах северной лесостепи Приобья в ОПХ «Элитное» и на лугово-черноземных почвах южной лесостепи в ОПХ «Кочковское» Новосибирской области, где в 1981 г. Нами совместно с А.Н. Власенко были заложены опыты по изучению эффективности различных севооборотов и систем основной обработки почвы при возрастающем применении удобрений и пестицидов.

В условиях возрастающей интенсификации продуктивность различных севооборотов изменяется неоднозначно. Без внесения удобрений зерновой и зернопаровой севообороты обеспечивают близкую продуктивность при несколько большем сборе зерна с 1 га севооборотной площади в первом и более высоком его качестве и низкой себестоимости во втором (табл. 11).

С применением удобрений картина изменяется в пользу беспарового севооборота. При внесении $N_{40}P_{40}$ сбор зерна в зернопаровом севообороте увеличивается на 4,1 ц/га и составляет 22,7 ц/га, а в зерновом на 5,9 га и достигает 26,3 ц/га. Окупаемость 1 кг удобрений соответственно 5,1 и 7,3 кг зерна.

При дальнейшем повышении дозы азотных удобрений до 80 кг/га севооборотной площади продуктивность зернопарового севооборота не возрастает. В зерновом севообороте прибавка в сборе зерна не компенсирует роста затрат на удобрения, окупаемость удобрений снижается до 6,8 кг.

11. Эффективность севооборотов на выщелоченных черноземах северной лесостепи Приобья, ОПХ «Элитное», в среднем за 1986- 1988 гг.

(Кирюшин В.И, Южаков А.И и др.)

Севооборот	Фон удобрений	Выход с 1 га пашни, ц	
		Зерно	КПЕ*
Зернопаровой: пар, яровая пшеница, яровая пшеница, ячмень	0	18,6	19,1
	P ₄₀	19,5	20,0
	N ₄₀ P ₄₀	22,7	22,7
	N ₈₀ P ₄₀	22,2	22,7
Зернопаровой: пар, озимая рожь, вика яровая, пшеница	0	17,3	20,9
	P ₄₀	18,7	23,6
	N ₄₀ P ₄₀	19,5	23,6
	N ₈₀ P ₄₀	19,6	26,4
Зернопропашной: кукуруза, яровая пшеница	0	12,8	27,3
	P ₄₀	14,0	27,3
	N ₄₀ P ₄₀	15,7	33,6
	N ₈₀ P ₄₀	16,5	33,6
Зерновой: овес, яровая пшеница, яровая пшеница, ячмень	0	20,4	19,1
	P ₄₀	22,6	19,1
	N ₄₀ P ₄₀	26,3	24,5
	N ₈₀ P ₄₀	28,6	26,4
Бессменная кукуруза	0	-	42,7
	P ₄₀	—	45,4
	N ₄₀ P ₄₀	-	43,6
	N ₈₀ P ₄₀		54,5
Бессменная пшеница	0	18,3	19,1
	P ₄₀	17,9	20,0
	N ₄₀ P ₄₀	21,6	22,7
	N ₈₀ P ₄₀	21,2	22,7

* КПЕ – кормопротеиновые единицы

При замене пара бобово-злаковыми смесями на зеленый корм или сенаж сбор зерна с 1 га севооборотной площади уменьшается, однако общая

продуктивность севооборота увеличивается. Прирост общей продуктивности 1 га севооборотной площади значительно превышает потери в сборе зерна. При нагрузке удобрений $N_{80}P_{30}$ на 1 га площади севооборота урожай яровой пшеницы по пару и вико-овсу выравнивается.

Аналогичные данные мы получили в многолетних стационарных опытах на лугово-черноземных почвах южной лесостепи Новосибирской области (таблица 12).

С увеличением обеспеченности пашни азотными удобрениями разрыв в продуктивности севооборотов растет в пользу зернотравяного. Так, на фоне естественного плодородия общая продуктивность зернопарового севооборота в кормопротеиновых единицах (КПЕ) составила 18,6 ц/га, зернотравяного - 22,3 а на фоне $N_{40}P_{40}$ - соответственно 20,7 и 26,5 ц/га

В общем сборе продукции в севообороте, когда вместо пара возделывают кормовые культуры, на их долю приходится почти 25 % продукции. Если возникает потребность в производстве сочных кормов, то в севообороте паровое поле выгоднее занять кукурузой. В этом случае сбор зерна сокращается на 1,6-0,3 ц/га, однако на каждый потерянный центнер зерна приходится 4-20 ц КПЕ. В этих севооборотах кормовая продукция занимает 28-30 %. При высокой нагрузке скотом, низкой обеспеченности естественными кормовыми угодьями требуется увеличить производство сочных кормов, что достигается в зернопропашных севооборотах при равном соотношении зерновых и силосных. Сбор зерна в этих севооборотах по отношению к зернопаровому ниже на 5,0-5,4 ц/га, а КПЕ выше на 13,1-15,5 ц/га.

Таким образом, при оптимальной обеспеченности удобрениями и гербицидами и благоприятных условиях увлажнения чистый пар может быть заменен ячменем или овсом, если необходимо добиться максимального производства зерна в хозяйствах узкой специализации (преимущественно откормочных), а также однолетними травами или пропашными - в хозяйствах молочного направления. Разумеется, решение этой задачи требует дополнительной мобилизации трудовых ресурсов и техники из-за усиления пиковых

нагрузок.

**12. Эффективность севооборотов на лугово-черноземных почвах
южной лесостепи Новосибирской области,
ОПХ «Кочковское», в среднем за 1983-1988 гг.**

Севооборот	Фон удобрений	Выход с 1 га пашни, ц	
		Зерно	КПЕ
Зернопаровой: пар, яровая пшеница, яровая пшеница, ячмень	0	18,1	21,7
	P ₄₀	19,0	22,8
	N ₄₀ P ₄₀	20,9	25,2
	N ₈₀ P ₄₀	20,8	25,0
Зернотравяной: вико-овес на зеленую массу, яровая пшеница, яровая пшеница,, ячмень	0	15,7	23,1
	P ₄₀	17,4	25,3
	N ₄₀ P ₄₀	19,5	28,3
	N ₈₀ P ₄₀	19,4	28,2
Зернотравяной: донник на зеленую массу, яровая пшеница, яровая пшеница, ячмень	0	16,9	24,2
	P ₄₀	18,3	26,0
	N ₄₀ P ₄₀	20,4	28,3
	N ₈₀ P ₄₀	20,2	28,4
Зернопропашной: кукуруза, яровая пшеница, яровая пшеница, ячмень	0	16,3	28,8
	P ₄₀	16,9	29,0
	N ₄₀ P ₄₀	19,3	33,6
	N ₈₀ P ₄₀	20,5	34,9
Зернопропашной: кукуруза, яровая пшеница	0	12,8	36,7
	P ₄₀	14,0	37,5
	N ₄₀ P ₄₀	15,1	41,4
	N ₈₀ P ₄₀	15,3	42,9
Зерновой: овес, яровая пшеница, яровая пшеница, ячмень	0	20,3	23,4
	P ₄₀	21,1	24,3
	N ₄₀ P ₄₀	24,1	27,8
	N ₈₀ P ₄₀	26,4	30,2
Бессменная пшеница	0	17,7	21,2
	P ₄₀	19,7	23,6
	N ₄₀ P ₄₀	22,2	22,6
	N ₈₀ P ₄₀	24,2	20,0
Бессменная кукуруза	0	--	34,5
	P ₄₀	--	35,0
	N ₄₀ P ₄₀	--	38,4
	N ₈₀ P ₄₀	--	40,7

Доля кормовых культур в севооборотах возрастает по мере приближения к фермам и увеличения производства молока с единицы площади. При

ограниченности агрохимических ресурсов их следует направлять именно под эти культуры, чтобы за счет увеличения продуктивности сократить площади под ними и затраты на перевозку продукции. Тогда возрастет и производство зерна в результате расширения зернопарового клина. Следовательно, на первом этапе агрохимической интенсификации земледелия площадь пара может возрасти и лишь по достижении более высокого уровня обеспеченности агрохимическими ресурсами - сократиться

Свобода выбора предшественника в интенсивном земледелии северной лесостепи предопределяется близкими запасами влаги, формирующимися на начало посева, в том числе и по чистому пару. По данным исследований, на опытном стационаре в ОПХ «Элитное» запасы продуктивной влаги в слое почвы 1 м перед посевом пшеницы после чистого пара, кукурузы, овса, вики, пшеницы составили соответственно 155, 153, 162, 160 и 156 мм. Исключительность чистого пара как предшественника сохраняется лишь при возделывании озимых зерновых. Перспектива расширения их посевов будет зависеть от создания более интенсивных сортов и разработки технологий возделывания по непаровым предшественникам.

Изучение систем основной обработки выщелоченного среднесуглинистого чернозема при различном уровне интенсификации (табл. 12) показало, что без применения удобрений и гербицидов максимальная урожайность зерновых культур обеспечивается при вспашке в результате более интенсивной минерализации органического вещества и высвобождения элементов питания, а также наибольшей эффективности в борьбе с сорняками. Замена вспашки глубоким безотвальным рыхлением и минимизация обработки приводят к снижению урожайности, которое усиливается с удалением от пара. В частности, урожайность последней пшеницы после пара уменьшается с 14,4 ц/га по вспашке до 12,2 ц/га по глубокой безотвальной обработке, до 10,9 ц/га по мелкой плоскорезной и до 8,4 ц/га без применения основной обработки почвы.

На фоне удобрений и 2,4-ДА урожайность этой культуры, увеличива-

ясь в 2,3-3,1 раза, значительно выравнивается, но преимущество вспашки сохраняется из-за меньшей засоренности посевами злаковыми однолетними сорняками. При полном комплексе мероприятий по защите растений от сорняков, вредителей и болезней по всем вариантам достигается одинаково высокая урожайность.

13. Урожайность (ц/га) зерновых культур в пятипольном зернопаровом севообороте на черноземе выщелоченном в зависимости от системы основной обработки почвы при различном уровне химизации, ОПХ

«Элитное» СО ВАСХНИЛ, в среднем за 1986-1988 гг.

Система обработки почвы	Система удобрений	Система защиты растений	Пшеница по пару	Пшеница – вторая культура после пара	Овес- третья культура после пара	Пшеница- четвертая культура после пара	В среднем по севообороту
Вспашка в пару и под зерновые	Без удобрений	2.4-ДА Комплекс защиты	42,0 45,5	22,1 26,8	22,8 25,1	14,4 19,2	25,3 29,2
	NP	2.4-ДА Комплекс защиты	44,1 47,4	28,0 36,0	28,8 31,1	32,4 40,2	33,3 38,7
Глубокая плоскорезная в пару и под зерновые	Без удобрений	2.4-ДА Комплекс защиты	39,9 44,1	20,6 25,8	19,8 22,8	12,2 15,8	23,1 27,1
	NP	2.4-ДА Комплекс защиты	43,0 45,6	25,6 35,4	24,3 29,8	27,5 38,0	30,1 37,2
Мелкая плоскорезная в пару и под зерновые	Без удобрений	2.4-ДА Комплекс защиты	39,3 43,8	19,1 23,1	18,8 22,0	10,9 14,5	22,0 25,9
	NP	2.4-ДА Комплекс защиты	42,8 44,3	24,9 32,8	23,5 28,4	26,6 37,0	29,5 35,6
Гербициды в пару	Без удобрений	2.4-ДА Комплекс защиты	38,9 43,9	19,1 22,8	19,0 22,4	9,4 12,4	21,6 25,4
	NP	2.4-ДА Комплекс защиты	42,1 44,0	24,8 33,3	24,4 29,5	26,3 37,1	29,4 36,0

Таким образом, переход к почвозащитным системам обработки почвы и ее минимализации при соответствующих природных предпосылках - зако-

номерное следствие интенсификации земледелия, так как возрастание затрат химической энергии в виде удобрений и пестицидов, на которые в значительной мере перекладываются функции регулирования питания растений и борьбы с сорняками, болезнями, вредителями, предполагает сокращение затрат механической энергии.

Факторы интенсификации, особенно средства химизации, существенно влияют на сроки посева и нормы высева семян. Без их применения сроки посева зерновых культур сдвигаются на более поздние, с тем чтобы спровоцировать появление всходов сорняков и уничтожить их предпосевной обработкой. С использованием удобрений, фунгицидов и ретардантов вегетация растений удлиняется; в результате усиливается опасность получения морозобойного зерна, и сроки посева соответственно сдвигаются на более ранние.

2.9.2 Математическое моделирование систем земледелия

Опыт моделирования систем земледелия невелик, несмотря на довольно активное применение экономико-математических методов в сельском хозяйстве в 60-80-х годах. Существенным импульсом к моделированию в земледелии явились работы (Хеди Э, Диллон Д., 1965; Хеди Э, Кандлер У., 1965). Э. Хейди предложил для оптимизации структуры посевных площадей статистическую детерминированную модель, основанную на линейном программировании.

В дальнейшем оптимизационная линейная модель была усовершенствована и приспособлена для решения задач специализации сельскохозяйственного предприятия, оптимизации структуры посевных площадей, использования удобрений, средств механизации, кормов (Аасмяэ, 1964; Браславец, Кравченко, 1972; Варламов, Волков, 1976; Волков, 1999; Гатаулин и др., 1976; Гранкина и др., Кардаш, 1981; Кравченко и др., 1973; Крылатых, 1979; Немчинов 1967; Попов, 1975; Babcock et al., 1984; Nix, 1979). Линейные задачи оптимизации, ставшие уже классическими, занимают центральное место в программе сельскохозяйственных вузов при подготовке специалистов по эконо-

мической кибернетике. К сожалению в 1980-1990-е годы при обосновании зональных систем земледелия и их адаптации к конкретным хозяйствам методы математического моделирования не нашли широкого применения. В данной связи заслуживает внимания опыт использования линейной оптимизационной модели в разработке системы земледелия Курганской области, проведенной В.И. Овсянниковым и др. (1983) и Новосибирской области - под руководством В.И. Кирюшина (1990). Наиболее ценной в указанных работах является, на наш взгляд, идея дифференциации земледелия по уровням интенсификации и учета взаимодействия факторов интенсификации. В методическом отношении эти работы важны и потому, что в них предложена концепция формирования информационной базы моделирования земледелия на основе результатов длительных стационарных опытов.

Данный подход был реализован в моделировании систем земледелия на основе рассмотренных выше многофакторных опытов в Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства. В таблице 14 показан фрагмент моделирования систем использования земли в зависимости от нагрузки животноводческой продукции и наличия удобрений

В программу включены шесть севооборотов и две системы обработки почвы - отвальная и комбинированная (чередование отвальной вспашки с мелкой плоскорезной) при четырех уровнях минерального питания. Посевы обрабатывали гербицидами, спектр действия которых соответствовал видовому составу сорняков, при необходимости применяли фунгициды и инсектициды. В моделях предполагались различные задания по производству молока и мяса на 100 га пашни при условии максимальной окупаемости затрат (таблица 14).

Полученные результаты показали, что при небольших объемах производства продукции животноводства в структуре посевов более 80 % должны занять зерновые и чуть более 15 % - кормовые культуры. В зерновой отрасли основную часть занимает производство товарного зерна. При увеличении производства продукции животноводства доля зерновых в структуре посевов

снижается до 59 %, а кормовых растёт до 41%. Во всех случаях оказалось неэффективным иметь в пашне чистые пары вследствие снижения чистой прибыли. Кроме того, возрастает доля пашни под зернопропашными севооборотами, а при производстве молока 960 ц и мяса 120 ц со 100 га пашни двухпольный зернопропашной севооборот занимает более 50 % посевов, на оставшейся площади должен быть введен зернотравяной севооборот. Сокращается производство товарного зерна, а прибыль с 1 га пашни возрастает.

14. Система использования земли и выход продукции в зависимости от объема производства продукции животноводства (Кирюшин В.И., Южаков А.И. и др.)

Задание по производству продукции животноводства (ц) со 100 га пашни		Фон удобрений	Структура посевов			Сбор продукции с 1 га, ц			Прибыль, руб/га
Молоко	Мясо		Зерновые	Кормовые	В том числе пропашные	Зерно	В том числе товарное	Корма, кормовых единиц	
240	30	0	84,4	15,6	8,4	16,4	14,2	5,7	196
240	30	N ₀ P ₄₀	84,4	15,6	8,4	16,4	14,2	5,7	187
240	30	N ₄₀ P ₄₀	86,6	13,4	8,4	19,1	16,6	5,7	196
240	30	N ₈₀ P ₄₀	87,8	12,1	7,2	12,9	18,2	5,7	200
480	60	0	71,8	28,2	17,0	14,4	11,8	11,5	252
480	60	N ₀ P ₄₀	71,8	28,2	17,0	14,4	11,8	11,5	252
480	60	N ₄₀ P ₄₀	73,2	26,8	16,8	17,3	14,4	11,5	261
480	60	N ₈₀ P ₄₀	75,7	24,3	14,3	18,5	15,5	11,5	269
720	90	0	62,1	37,9	25,8	13,1	8,6	13,2	305
720	90	N ₀ P ₄₀	62,1	37,9	25,8	13,1	8,6	13,2	305
720	90	N ₄₀ P ₄₀	63,2	36,8	23,6	15,8	11,9	17,2	318
720	90	N ₈₀ P ₄₀	63,2	66,8	23,6	15,8	11,9	17,2	318
960	120	0	58,9	41,1	32,1	12,7	4,1	22,9	342
720	90	N ₀ P ₄₀	58,8	41,2	36,4	13,2	4,7	22,9	342
720	90	N ₄₀ P ₄₀	59,3	40,7	31,4	15,1	7,6	22,9	358
720	90	N ₈₀ P ₄₀	59,3	40,7	31,4	15,1	7,6	22,9	358

Если земледелие ведется без применения гербицидов и удобрений при небольшой нагрузке производством кормов, то существенно увеличивается доля зернопаровых севооборотов и отвальной вспашки.

Таким образом, изложенный подход позволяет перейти от экспертного конструирования систем земледелия к математически детерминированным

ресурсно-обоснованным моделям земледелия.

Первая модель адаптивно-ландшафтного земледелия разработана на примере Опытного хозяйства Владимирского НИИСХ (Кирюшин В.И, Иванов А.Л., 1997, 2004).

Дальнейшее развитие математического моделирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия получило в работе И.Л. Фрумина, выполненной на примере СХПК «Толсты» Курганской области под нашим руководством (Кирюшин В.И, Фрумин И.Л., 2003). В качестве цели математического моделирования адаптивно-ландшафтного земледелия сельскохозяйственного предприятия определено нахождение таких количественных параметров систем земледелия, при которых обеспечивается экономически эффективное функционирование предприятия при определенных агроэкологических характеристиках земель и культур, заданном природно-ресурсном и производственно-ресурсном потенциале, соблюдении требований по охране окружающей среды.

Общая схема построения модели приведена на рисунке 5 В качестве основных оптимизируемых параметров переменных рассматриваются площади возделываемых культур, организованные в звенья севооборотов с соответствующими им технологическими комплексами.

В работе использован модифицированный симплекс-алгоритм линейного программирования

Главное требование к модели АЛСЗ – *учет агроэкологической разнородности земель*. Он реализован в модели на уровне агроэкологических типов. Указанное требование определяет общую компоновку модели АЛСЗ предприятия: она имеет блочную структуру. Число блоков соответствует выделенным агроэкологическим типам и категориям земель.

В качестве переменных в модели приняты звенья севооборотов с заданными технологическими, экологическими и экономическими характеристиками, конкретизированными для отдельных агроэкологических типов земель. Число переменных в блоке плакорных земель максимальное, т.к. их пе-

речень разрабатывался по полнофакторной схеме. Параметрами, по которым дифференцируются переменные, приняты звенья севооборотов и технологические комплексы. Последние, в свою очередь, подразделялись по способам основной обработки почвы (отвальная, мульчирующая, нулевая, варианты комбинированной) и категориям интенсификации (экстенсивная, нормальная, интенсивная). Обоснование перечня переменных для остальных блоков (агроэкологических типов) сводилось к исключению недопустимых по агроэкологическим и природоохранным критериям культур и технологий из набора, разработанного для плакорных земель. Так, на солонцовых землях исключаются звенья севооборотов с соей и кукурузой, на эрозионных и дефляционных – технологические комплексы со вспашкой.

Ограничения по наличию земель введены в модель отдельно для агроэкологического типа земель. Что касается ограничений по прочим видам ресурсов (материально-техническим, трудовым, финансовым), то они приняты общими для всех переменных. Коэффициенты при переменных по общим ограничениям образуют дополнительный (связующий) блок, позволяющий объединить агрокомплексы отдельных агроэкологических типов земель в единую модель земледелия предприятия.

В модели АЛСЗ предусмотрена и оптимизация пропорций между основными отраслями (растениеводством и животноводством). При этом исходили из представления о том, что соотношение между видами угодий, нагрузка животных на единицу площади угодий и другие показатели, отражающие отраслевую структуру, относятся к основным экологическим характеристикам аграрного природопользования. Связь между отраслями формализуется, с одной стороны, через ограничения по производству – использованию кормов и навоза, с другой стороны – через стоимостные и натуральные показатели, характеризующие технологии. Это позволяет учесть взаимное влияние отраслей, конкуренцию за денежные, трудовые и технические производственные ресурсы предприятия.

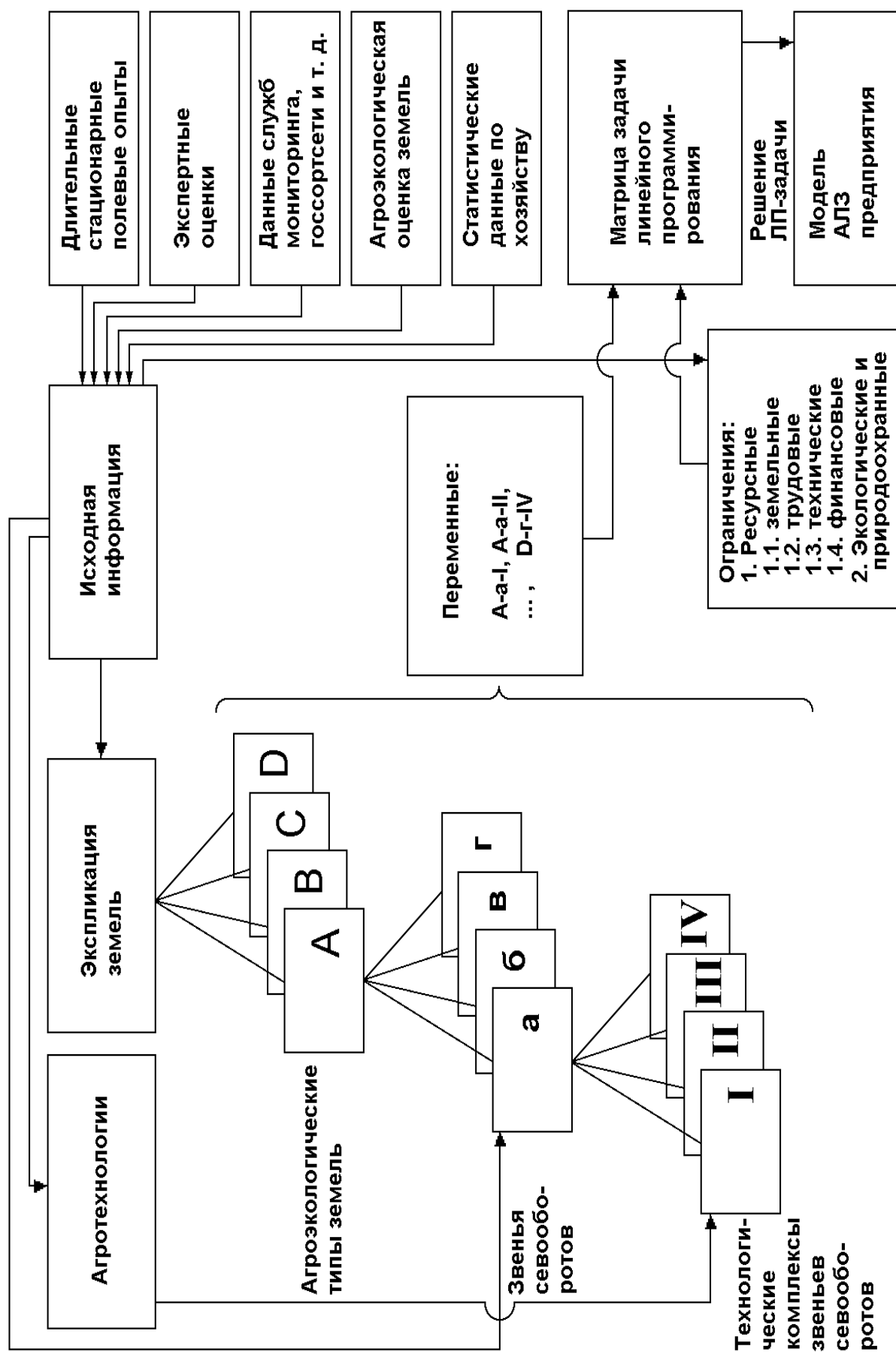


Рисунок 5. – Схема разработки математической модели адаптивно-ландшафтного земледелия сельхозпредприятия

В качестве целевой функции в модели принят максимальный чистый доход, определяемый как сумма чистого дохода, полученного от отдельных видов хозяйственной деятельности, включая животноводство.

Для разработки математической модели АЛСЗ потребовалась разнообразная информация об агроэкологических условиях, агротехнологиях и других аспектах сельскохозяйственного природопользования. Поэтому и источники информации столь же разнообразны: результаты агроэкологической оценки земель; данные научно-исследовательских учреждений и учебных заведений; материалы административных органов, управленческих структур сельхозпредприятия; информация сортоучастков Госкомиссии по сортоиспытанию, метеостанций Госкомгидромета, служб, осуществляющих мониторинг окружающей среды, организаций, занимающихся землеустройством, мелиоративным и водохозяйственным проектированием, геологическими изысканиями.

В формализованном виде нормативная база модели представлена техническими коэффициентами при переменных и ограничениями.

Идентификация земель по агроэкологическим типам служила исходной позицией для разработки системы переменных. На основании экспликации земель формировались ограничения по земельным ресурсам для каждого блока.

По данным об изменчивости урожайности по полям, а также в связи с применявшимися агротехнологиями проводится идентификация нормативов по агроэкологическим типам земель, предшественникам, системам обработки почвы и категориям интенсификации. Как правило, имеющиеся показатели охватывают не все возможные предшественники и технологии, а лишь имеющиеся в хозяйстве. Поэтому следующим этапом разработки нормативов была дифференциация их для всех переменных, включенных в модель. Основой для этого послужили материалы длительных многофакторных стационарных опытов, по изучению основных элементов технологии – предшественников, обработки почвы, удобрений, защите от сорняков, вредителей и

болезней. Такими опытами были охвачены все природно-сельскохозяйственные зоны Курганской области. Заложенные в Курганском НИИ сельского хозяйства в 1968-1970 гг., они прошли по семь полных ротаций севооборотов. Именно благодаря наличию этих уникальных опытов стала возможной аргументированная формализация прямых и обратных связей между элементами технологий, а также их интеграция в рамках технологических комплексов в звеньях севооборотов.

И все же привлечением одной лишь информации, полученной в экспериментах, не удалось охватить весь спектр культур и технологий. Потребовалось использование метода экспертных оценок. Результаты коллективной экспертизы подвергались статистической обработке (расчет дисперсии, доверительных интервалов, коэффициентов парной ранговой корреляции и конкордации).

Рассмотренная модель имеет хорошее конкретное практическое значение. Варьируя параметрами производственно-ресурсного потенциала, можно оценить современное состояние предприятия и перспективность тех или иных направлений его развития, при этом учесть и экологические последствия предлагаемых управленческих решений. Хороший интерфейс может превратить математическую модель АЛСЗ в информационно-советующую систему специалистов и руководителя хозяйства.

Сопоставляя решения, полученные при наложении модели с унифицированными нормативами на хозяйства с неодинаковыми агроэкологическими условиями и ресурсами, можно извлечь весьма полезную информацию для властных структур, ответственных за государственную аграрную политику на региональном уровне.

Математическая модель АЛСЗ является также весьма ценным средством научных исследований. С одной стороны, численные эксперименты с моделью – важное дополнение полевых экспериментов, метод их обобщения. С другой стороны, потребность совершенствования нормативной базы моделей, в особенности по параметрам агротехнологий, позволяет придать боль-

шую практическую направленность и научную содержательность полевым опытам.

Опыт математического моделирования АЛСЗ пока еще невелик. Но уже сейчас очевидны возможные пути его совершенствования. Это, прежде всего, замена статического детерминированного алгоритма на стохастический, позволяющий учесть разные погодные исходы; в этом отношении наибольший интерес, на наш взгляд, представляет двухэтапная стохастическая модель, предложенная еще в 1970-е гг. И.Ф. Полуниним. Весьма перспективно использование возможностей быстро прогрессирующих информационных технологий.

Наряду с созданием моделей систем земледелия в 70-80-х годах получило развитие моделирование агротехнологий, точнее продукционных процессов сельскохозяйственных культур в ключе программирования урожайности сельскохозяйственных культур. Оно осуществлялось на основе учета обобщенных почвенно-климатических показателей и на основе использования динамических имитационных моделей - обоснованных в работах Н.Ф. Бондаренко с соавторами (1986), а также Р.А. Полуэктова с соавторами (1978, 1991).

В качестве зарубежных лидеров моделирования продукционного процесса растений можно назвать голландскую школу моделирования – семейство моделей WOFOST (Diepen et. al., 1988), разработанных в Центре по изучению мировых проблем питания в Вагенингене, американскую школу (Hank, Ritchie, 1991); (Diepen C. A., Rappold C., Wolf j, Kenlen H., 1988); (Hanks j, Ritchie j. T, 1991).

С появлением персональных компьютеров расширились возможности математического моделирования. Р. А. Полуэктовым с сотрудниками была создана система имитационного моделирования AGROTOOL, которая прошла широкую экспериментальную проверку (Полуэктов Р. А., Смоляр Э. И., Терлеев В. В., Топаж А. Г., 2006).

Система AGROTOOL включает в себя собственно модель и управляю-

щую программу – оболочку модели. Вызываемая из оболочки модель производит однократный расчет динамики формирования урожая, начиная с посева (посадки) и кончая уборкой. Результаты расчета фиксируются в некоторой файловой структуре. Оболочка модели позволяет сформировать всю совокупность данных, необходимых для этого расчета, в режиме диалога.

В Агрофизическом НИИ разработаны теоретические и методологические основы построения единого компьютеризированного технологического пространства в области агрономии, предложен понятийный аппарат компьютерного описания технологических операций и агротехнологии в целом, накоплен определенный опыт создания и эксплуатации с помощью ЭВМ систем поддержки агротехнологических решений (Якушев В. П., Якушев В. В., 2007).

2.10. Формирование федеральных и региональных регистров агротехнологий

Опыт освоения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в 90-х годах выявил наиболее слабое место в этой деятельности – процесс передачи агротехнологии от разработчика товаропроизводителю. В отличие от США с их Extension service и других стран с подобными организациями в России никогда не было службы освоения достижений научно-технического прогресса. Так называемое внедрение их возлагалось на самих разработчиков. С началом аграрной реформы были связаны надежды на развитие упомянутых выше научно-производственных и производственных систем и формирование новой агротехнологической политики. Суть её виделась в том, чтобы содействовать товаропроизводителю в принятии самостоятельных решений на основе предлагаемых ему пакетов технологий и набора технических средств с ориентацией на приоритет научно-технического прогресса в системе государственного стимулирования. Для этого нужна была инвентаризация агротехнологий и упорядочивание системы их разработки и сертификации. Не так много агротехнологий имели пря-

мое экспериментальное обоснование и построены с учетом системных связей. Большая их часть сложилась путем компиляций, наложения новых приемов на традиционную агротехнику с соответствующими экономическими и экологическими издержками.

Для осуществления государственной и технологической политики в АПК и регулирования рынка машин Н.В. Краснощеков предложил создать государственную систему регистрации агротехнологий. Творческим коллективом научных учреждений Россельхозакадемии и Минсельхоза России под руководством Н.В. Краснощекова и В.И. Кирюшина был разработан «Федеральный реестр технологий производства продукции растениеводства» (1991). Затем было положено начало разработке региональных регистров агротехнологий на примере Новосибирской области (Кирюшин В.И., Власенко А.Н., 2002). Эта работа выполнена в рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия по природно-сельскохозяйственным провинциям.

С нашим участием разработан «Регистр технологий производства зерна в Центральном районе Нечерноземной зоны» (2003).

Региональные регистры представляют собой свод типизированных базовых технологий и технологических адаптеров, зарегистрированных в определенном порядке с учетом их производственной проверки и сертификации.

Разработанная нами методика формирования регистров (Кирюшин В.И., 1995) основывается на определенной систематике технологических операций и технологий, поскольку набор их вариантов часто оказывается очень большим вследствие многообразия агроэкологических условий.

В качестве ключевого понятия рассматривается базовая технология.

Базовая технология – совокупность взаимосвязанных технологических операций по возделыванию сельскохозяйственной культуры (с заданными количественными, качественными характеристиками и технико-экономическими показателями), выполняемых в наиболее благоприятных экологических условиях для данной культуры в пределах природно-

сельскохозяйственной провинции. Базовая технология состоит из звеньев (севооборота, системы обработки почвы и посева, систем удобрения, защиты растений, уборки урожая, послеуборочной обработки зерна, хранения и т.п.), в которые входят блоки. В частности система обработки почвы и посева имеет блоки: основная обработка, предпосевная обработка, уход за посевами, посев. Блоки могут состоять из одной или нескольких технологических операций. В зависимости от агроэкологических факторов одни и те же блоки могут иметь различные варианты исполнения, которые называются технологическими модулями. Например, в базовой технологии возделывания яровой пшеницы в сложных эрозионных ландшафтах лесостепной зоны Западной Сибири основная обработка почвы рыхлителем СибИМЭ на относительно чистых от сорняка посевах может быть заменена чизелеванием (чизельный модуль), при сравнительно малых уклонах – обработкой плоскорезом-глубокорыхлителем (плоскорезный модуль), на слишком пересохших почвах – параплау, при высокой засоренности определенными сорняками или при применении навоза – вспашкой плугом. При возделывании этой же культуры в условиях проявления дефляции плоскорезную обработку почвы можно заменить нулевой.

Несколько технологических модулей может представлять блок посева – узкорядный, широкорядный, точный высев; в звене защиты растений – химический, биологический, комбинированный модули; в звене уборки зерновых – прямое комбайнирование, раздельная уборка с измельчением и разбрасыванием соломы или ее уборкой и т.д.

Наборы технологических модулей того или иного блока, отличающиеся от базовых, и предназначенные для различных групп земель и условий производства, называются технологическими адаптерами.

Для систематизации, удобства изложения и пользования регистры агротехнологий оформляются в виде списков базовых технологий и технологических адаптеров для природно-сельскохозяйственных провинций.

Работа по ведению Федерального регистра агротехнологий проводилась Министерством сельского хозяйства РФ до 2005 г. К этому времени инновационно-технологическая деятельность была подменена недостаточно цивилизованным рынком технологий и машин. В итоге под девизом «энергосбережения» случилась стихийная кампания чрезмерной минимизации обработки почвы и прямого посева безотносительно к агроэкологическим условиям и фитосанитарному состоянию полей. На этом фоне стала особенно очевидной необходимость государственной инновационно-технологической политики как на государственном уровне, так и региональным. Поскольку важнейшим ее условием является наличие систематизированной информации по агротехнологиям и сельскохозяйственным машинам, объективно мотивированной (в отличие от рекламных проспектов) и доступной для товаропроизводителей, то возобновление федеральных и региональных регистров агротехнологий весьма актуально.

2.11. Опыт разработки и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия

История разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия весьма поучительна, поскольку отражает характер и особенности организации сельскохозяйственной науки в стране.

Осмысление этого опыта имеет значение для дальнейшего развития данного направления. К сожалению, такого рода события, как освоение целинных земель, разработка и освоение зональных систем земледелия, кампания по освоению интенсивных агротехнологий, не подвергались глубокому научному анализу. В результате повторялись традиционные ошибки, а также важные достижения в научно-организационной деятельности, как методология создания почвозащитных систем земледелия А.И. Бараева, забывались.

В данном случае подведение некоторых итогов работы по данному направлению со времени установки Сессии РАСХН 1992 года на разработку

и проектирование агроландшафтов важно для корректировки взятого курса и определения задач по дальнейшему его развитию.

Надо сказать, что начало этой работы было обнадеживающим, судя по материалам упомянутой Сессии, насыщенным содержательными докладами и выступлениями (Научное наследие В.В. Докучаева и современное земледелие..., 1992). Сельскохозяйственная наука в стране располагала достаточно высоким потенциалом. Казалось, что предполагавшийся тандем известных ученых первого вице-президента РАСХН А.Н. Каштанова и вице-президента А.А. Жученко, курировавших соответственно отделение земледелия и отделение растениеводства академии, позволит реализовать этот потенциал. К тому времени А.Н. Каштанов возглавлял проблему земледелия в сложных эрозионных ландшафтах. А.А. Жученко развивал концепцию адаптивной интенсификации производства, вышла в свет его монография «Адаптивное растениеводство» (1990). Работы этих ученых воспринимались с интересом и надеждой на развитие и интеграцию, поскольку в первом подходе (ландшафтном) не хватало экологизации, а во втором (экологическом) ландшафтной основы.

На концептуальном этапе к проблеме подключились А.П. Щербаков, А.М. Лыков, В.М. Володин, Г.И. Швебс, а к 2000 году сложился контингент зональных НИИ-соисполнителей, создан координационный совет во главе с ВНИИ по земледелию и защите почв от эрозии.

Формально разработка проблемы была организована. Появилось множество толкований систем земледелия и названий: адаптивная, ландшафтная, ландшафтно-экологическая, агроландшафтная и т.д. Концептуальное вызревание проблемы сильно затянулось. Время шло, а предметная исследовательская работа, экспериментальное проектирование подменялись абстрактным теоретизированием. Этим страдала прежде всего сама координирующая организация ВНИИЗиЭПЭ, по-прежнему занимавшаяся разработкой противоэрозионных мероприятий. Координация не затрагивала землеустроительную науку и Гипроземы, хотя там предпринимались попытки совершенствовать

проекты внутрихозяйственного землеустройства на ландшафтной основе. В стороне от координации оставалась проблема разработки и совершенствования агротехнологий и их адаптации к различным агроландшафтам. До 2000 года ни в одном НИИ и опытном хозяйстве РАСХН не было серьезных попыток создания и освоения проектов земледелия на ландшафтной основе. Не состоялись надежды на интеграцию деятельности отделений растениеводства и земледелия в данном направлении. Никаких совместных проектов не последовало, не было даже ни одного совместного совещания или другой формы эффективных контактов. Концепция адаптивной интенсификации растениеводства А.А. Жученко осталась в стороне от последующих программ разработки и проектирования систем земледелия.

Достоинством координации было регулярное проведение совещаний, конференций, издание их материалов, что, несомненно, влияло на развитие проблемы. Так или иначе к ней проявился интерес во многих научных учреждениях, в том числе в сельскохозяйственных вузах. Активно развивались работы по созданию проектов внутрихозяйственного землеустройства на ландшафтной основе в Воронежском государственном аграрном университете под руководством М.И. Лопырева. В этом же университете получили развитие исследования по разработке агротехнологий, дифференцированных в соответствии с ландшафтно-экологическими условиями, под руководством В.А. Федотова. Разрабатывались ландшафтные подходы к землеустройству в Государственном университете по землеустройству С.Н. Волковым и А.А. Варламовым.

Кафедрой почвоведения Тимирязевской академии совместно с этим университетом (Н.М. Колтунов) в 1996 году был разработан экспериментальный проект эколого-ландшафтной организации территории и адаптивно-ландшафтного земледелия для учебного хозяйства ТСХА «Михайловское» (Кирюшин В.И., 1996, Волков С.Н., 1998). Работа выполнялась в порядке освоения методики В.И. Кирюшина (1995), в которой были интегрированы

экологический и ландшафтный подходы к формированию систем земледелия.

В последующие годы по этой методике кафедрой почвоведения ТСХА было выполнено несколько проектов адаптивно-ландшафтного земледелия для крупных хозяйств Воронежской, Новосибирской, Тамбовской областей по заказам сельскохозяйственных предприятий. Развитие проектно-исследовательских работ сильно сдерживалось их трудоемкостью, поскольку они выполнялись на бумажных носителях при резко возросшей информационной нагрузке. Ситуация переломилась в дальнейшем при переводе данных работ на ГИС-технологии агроэкологической оценки земель и процедуры проектирования. Этому предшествовала весьма эффективная деятельность творческого коллектива ученых Владимирского НИИСХ, ТСХА и Владимирского государственного университета под руководством тогдашнего директора ВНИИСХ А.Л. Иванова и нашим. Творческая атмосфера в коллективе, созданная А.Л. Ивановым, способствовала высокой результативности исследований, на основе которых была разработана первая модель адаптивно-ландшафтного земледелия на примере Владимирского НИИСХ. Она базировалась на электронной землеоценочной основе, полученной путем оцифровывания картографических материалов. Тогда это была довольно трудоемкая процедура (учитывая большую площадь хозяйства), выполнявшаяся с помощью дигитайзера. Но вскоре появились персональные компьютеры, и работа по формированию АЛСЗ намного ускорилась, а затем приобрела и более глубокое содержание

Солидный опыт разработки и освоения АЛСЗ сложился в Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства. Он основывается на многолетних системных исследованиях в многофакторных полевых экспериментах и рассмотренных выше математических моделях земледелия. При этом особое внимание уделяется разработке и освоению пакетов агротехнологий в рамках АЛСЗ. Эту работу возглавляет один из ведущих агротехнологов в стране А.Н. Власенко.

Конкретный опыт формирования и освоения АЛСЗ имеется в целом ряде зональных НИИ РАСХН, в особенности в Челябинском НИИСХ (А.В. Вражнов), во ВНИИ использования мелиоративных земель (Н.Г. Ковалев, Д.А. Иванов), в Оренбургском НИИСХ (Н.Н. Дубачинская), ВНИАЛМИ (К.Н. Кулик), Донской зональной НИИСХ (В.П. Ермоленко) и др.

Во многих научно-исследовательских учреждениях и вузах появились конкретные разработки по различным аспектам адаптивно-ландшафтного земледелия. Среди них особо следует отметить работы Н.П. Сорокиной по группировке структур почвенного покрова и рекомендации по их картографированию, которые использованы при почвенно-ландшафтных изысканиях и проектировании АЛСЗ.

С целью методического обеспечения этих работ под редакцией В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова издано методическое руководство «Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий» (2005), в котором обобщен опыт разработки и освоения АЛСЗ и представлены соответствующие рекомендации.

Одновременно необходимо создание региональных методических руководств по формированию зонально-провинциальных агрокомплексов, представляющих совокупность адаптивно-ландшафтных систем земледелия в пределах природно-сельскохозяйственных провинций. Такие руководства должны разрабатываться для субъектов Федерации региональными научными центрами в соответствии с рассмотренной выше методологией с учетом местного научного и практического опыта.

Исходным условием решения этой задачи является разработка агроэкологической классификации земель для каждой природно-сельскохозяйственной провинции, а в сложных случаях – для природно-сельскохозяйственных районов, если они обособляются в пределах провинции. Большие по площади административные области, края и автономные республики могут включать несколько природно-сельскохозяйственных провинций. В таких случаях может потребоваться корректировка природно-

сельскохозяйственного районирования и его детализация. На основе средне-масштабных почвенных и топографических карт составляют реестр агроэкологических групп и видов земель. Для каждой группы земель разрабатывают модель земледелия, включающую: состав и соотношение угодий; структуру посевных площадей, организацию территории; систему севооборотов – сенокосооборотов – пастбищеоборотов; системы обработки почвы, удобрения и защиты растений. Завершается модель пакетами технологий возделывания сельскохозяйственных культур, дифференцированных применительно к видам земель, уровням интенсификации производства и хозяйственным укладам.

Содержание этой работы, глубина проработки и форма представления зависят от уровня научного обеспечения региона и производственного потенциала. От качества этого методического руководства по формированию систем земледелия и агротехнологий будет зависеть результативность проектирования АЛСЗ в сельскохозяйственных предприятиях.

Наиболее перспективным представляется решение этой задачи в составе региональных агрогеоинформационных систем (АГИС).

Такие системы создаются на базовом картографическом материале масштаба от 1:100000 - 1:20000. Чем крупнее масштаб, чем шире спектр использования материалов. При масштабе 1:100000 достаточно определенно отражается картина распределения агроэкологических групп земель и соответственно АЛСЗ и агротехнологий. Имеется возможность адресно решать задачи размещения инвестиций, их очередности, определять возможности производства различных видов продукции, потребности в ресурсах и т.д. Карты более мелких масштабов ограничивают эти возможности, а при масштабе мельче 1: 300000 они имеют обзорный характер.

Методология формирования АгроГИС заключается в создании серии электронных карт, отражающих:

- административное деление области, инфраструктуру сельскохозяйственного производства (сельскохозяйственные и агропромышленные предприятия, элеваторы и пр), дороги;
- рельеф и почвообразующие породы;
- агроклиматические условия;
- гидрологические и гидрогеологические условия, поверхностный сток;
- растительность;
- структура почвенного покрова;
- проявления физической деградации почв и ландшафтов (эрозии, дефляции, переуплотнения почв и др.);
- загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами, нефтяными продуктами и т.д.;
- проявления вторичного гидроморфизма;
- обеспеченность почв элементами питания растений;
- кислотность, солонцеватость, засоленность почв.

На основе этих материалов уточняют схему природно-сельскохозяйственного районирования области и путем наложения определенных карт-слоев разрабатывают карту агроэкологических групп земель, которая становится базовым материалом для агроэкологического районирования и разработки АЛСЗ.

В качестве примера разработки регионального агрокомплекса под нашим руководством совместно с А.Н. Власенко была издана книга «Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области» (2002). Ею было положено начало создания региональных АЛСЗ в рамках разработанной нами методологии. Процесс этот, однако, затянулся, в немногих областях появились подобные руководства.

Оценивая почти двадцатилетний период разработки и освоения адаптивно-ландшафтного земледелия, следует отметить, что эта проблема реша-

ется весьма медленно. Это обусловлено низкой эффективностью инновационного процесса во всей цепочке: разработка-проектирование-освоение.

Анализ этой ситуации на 2000-й год был представлен в книге «Экологизация земледелия и технологическая политика» (Кирюшин В.И., 2000). К сожалению, за этот период мало что изменилось. В АПК нет внятной научно-технической и инновационно-технологической политики, разрушены агро-технологические службы, нет землеустройства, не ведется агроэкологический мониторинг земель, не упорядочены земельные отношения и оборот земли.

Система научного обеспечения сельского хозяйства требует серьезного совершенствования по всем ее категориям: РАСХН; сельхозвузовская наука; аграрноориентированная тематика РАН, классических университетов и других учреждений. Общая особенность сельскохозяйственной науки – совершенно «уникальная» дезинтегрированность. Приведенный выше пример разобщенности деятельности отделений земледелия и растениеводства РАСХН отнюдь не частность. Это относится не только ко всем отделениям академии, но и кафедрам сельскохозяйственных вузов. Сельскохозяйственная наука по существу не ориентирована на создание моделей сельскохозяйственного производства, технологий, обоснование технологической политики и другие базовые категории. Подавляющее большинство научных разработок оседает в отчетах и рекомендациях. Они не доходят до товаропроизводителей, ибо ни одно достижение НТП не реализуется на практике, если оно не встроено в конкретную технологию или производственную систему. Крайне неэффективно используется научный потенциал сельскохозяйственных вузов, перебивающихся случайными мелкими заказами. Существующая система финансирования и отчетности сельскохозяйственной науки должна быть заменена государственным заказом на конкретную научную продукцию в рамках обоснования научно-технологической политики. Она должна быть ориентирована на технологическое преобразование сельского хозяйства. Эта необходимость очевидна, но давно назревшая программа технологической модерни-

зации земледелия подменялась так называемыми «Государственными программами повышения плодородия почв», которые разрабатывались под эгидой Минсельхоза каждые пять лет под варьирующими названиями. Подробный критический анализ этих программ, их несостоятельность рассмотрены нами в упомянутой выше книге. В строгом смысле эти документы, представляющие собой списки мероприятий для государственного финансирования, не являются программами, поскольку они не обусловлены конкретными обоснованными целями производства сельскохозяйственной продукции, решения агроэкологических проблем или достижения конкретных результатов. В качестве главных целей этих программ декларировались вначале увеличение среднего содержания гумуса в почвах страны (при том, что оно является одним из самых высоких в мире), затем среднего балла бонитета почв страны, затем повышение содержания элементов питания в почвах на планируемых площадях и т.п. В списки для бюджетного финансирования включались меры от внесения органических и минеральных удобрений, гипсования, известкования почв, добычи и использования торфа до осушительных и оросительных мелиораций и строительства противоэрозионных валов и террас. Большинство этих мероприятий нужны и важны, но не в таком шаблонном безответственном выражении в духе старых традиций «освоения бюджетных средств». Некоторые из этих мероприятий наносили прямой экологический и экономический ущерб. Таковой была «эпопея» регулирования гумусового баланса почв, в том числе сибирских черноземов, использованием торфа и торфосмесей.

В последние годы очередная программа «Плодородие» практически не выполнялась, но предпринимаются усилия по ее реабилитации в очередном варианте.

Можно лишь надеяться, что восторжествует понимание новых задач, которое реализуются в виде комплексной государственной программы технологической модернизации земледелия, включающей дальнейшую разработку и освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия и наукоемких

агротехнологий, создание инновационно-технологических центров, формирование инженерно-технического обеспечения земледелия.

Часть III

Агроэкологическая оценка земель и почвенно-ландшафтное картографирование в целях проектирования АЛСЗ

3.1. Задачи и принципы построения агроэкологической оценки земель

Для разработки и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия необходима адекватная система агроэкологической оценки земель. Она значительно отличается от традиционной системы землеоценки, практиковавшейся при разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства.

Прежняя землеоценочная основа не имела экологической определенности, поскольку сами зональные системы земледелия были лишены конкретного экологического адреса. Землеоценка была безальтернативной, так же как и системы земледелия, как правило однозначные, поставленные в рамки директивного планирования. Многочисленные землеоценочные материалы всех уровней (почвенные, агроклиматические, мелиоративные, эрозионные и другие тематические карты всех масштабов, данные изысканий и экспериментов) весьма ограниченно были востребованы на практике в связи с экстенсивной аграрной политикой и низким технологическим уровнем земледелия. Там, где требования к землеоценке повышались, особенно в проектах мелиорации земель, проявлялась слабая интеграция оценочных решений из-за разобщенности специалистов различных профилей. Общие недостатки прежней системы агрооценки земель в большой мере связаны с узкопотребительским отношением к природопользованию и ограниченностью экологического кругозора.

Своеобразно проявилась цеховая «приватизация» различных сторон землеоценки, в особенности подмена группировки земель группировкой почв, что задержало развитие классификаций и земель, и почв.

До последнего времени проекты земледелия и внутрихозяйственного землеустройства выполнялись на основе агропроизводственных группировок почв, которые разрабатывались по материалам крупномасштабных почвенных карт. Существенными их недостатками были: в большинстве случаев крайне слабое отражение структуры почвенного покрова, недостаточное от-

ражение рельефа, литологических и гидрогеологических условий. Практически не учитывались почвенно-ландшафтные связи.

В отличие от агропроизводственной группы не связанных между собой участков почв, агроэкологическая группа земель представляет собой агроэкологическую общность, пространственно характеризуемую геосистемой, функционирование которой происходит в единой цепи миграции вещества и энергии. Построение АЛСЗ осуществляется с учетом законов и правил функционирования этой системы. Чем выше уровень интенсификации земледелия и насыщенность высокоэффективными наукоемкими агротехнологиями, тем выше требования к полноте и точности землеоценочной основы.

Таким образом, задачи агроэкологической оценки земель заключаются в том, чтобы идентифицировать агрономически значимые параметры различающихся участков земель (в соответствии с агроэкологическими требованиями сельскохозяйственных культур и агротехнологий), определить ландшафтные связи между ними, особенности энерго-массопереноса и ландшафтно-геохимические потоки, в пределах которых возможны антропогенные преобразования.

Предлагаемая система агроэкологической оценки земель включает следующие позиции: ландшафтно-экологический анализ территории, агроэкологическую оценку почв, агроэкологическую типизацию и классификацию земель, агрогеоинформационные системы по агроэкологической оценке земель. Оценка земель соотносится с системой агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур, требования которых сопоставляются с агроэкологическими параметрами земель в процессе формирования агроэкологических типов земель.

Агроэкологическая оценка земель определенным образом соотносится с экономической оценкой (цена земли, прибыль и т.д.), социоэкологической (условия жизни людей) и эколого-экономической (оценка ущерба от деградации земель и др.).

3.2. Агроэкологические требования сельскохозяйственных культур как исходный критерий агрооценки земель

Агроэкологическая оценка земель осуществляется в соответствии с биологическими требованиями сельскохозяйственных культур к условиям произрастания, их средообразующим влиянием и агротехнологиями. Эти условия сопоставляются с агроэкологическими параметрами первичных земельных участков (элементарных ареалов агроландшафта – ЭАА), на основании чего делается вывод о степени пригодности их для использования под ту или иную культуру. Близкие по условиям возделывания конкретных сельскохозяйственных растений ЭАА объединяются в агроэкологические типы земель, в пределах которых формируются производственные участки. Чем выше уровень интенсификации производства, тем точнее должны быть соответствующие оценки. При интенсивных агротехнологиях, особенно при высокоинтенсивных, эта задача решается на основе математических моделей земледелия с использованием ГИС-технологий, автоматизированного проектирования и реализуется на практике новейшими агротехнологическими и информатизационными средствами. Это означает, что система агроэкологической оценки культур и соответствующая ей система агроэкологической оценки земель должны получить предельно конкретизированное достаточно формализованное выражение.

Пока что не все аспекты агроэкологической оценки растений разработаны с достаточной полнотой, особенно почвенные, некоторые трудно поддаются формализации. Часть критериев данной оценки имеют описательный характер и основываются на практическом опыте без углубленной экспериментальной проработки, что определяет необходимость развития соответствующих научных исследований. Тем не менее имеющийся обширный фактический материал позволяет достаточно эффективно решать эту задачу при формировании современных систем земледелия. Следует ускорить разработку региональных рекомендаций по данному вопросу с учетом местных усло-

вий, культур, сортов растений. В качестве общего руководства можно воспользоваться учебником (Кирюшин В.И., 1996), в котором схематично рассмотрена система агроэкологической оценки культур в указанных аспектах. Она включает следующие основные позиции:

1. Оценка сельскохозяйственных культур по их биологическим требованиям к условиям произрастания.

➤ Отношение растений к свету:

размещение растений по реакции на продолжительность дня (длинного, короткого, нейтрального);

определение потенциальной урожайности культур по приходу ФАР.

➤ Требования растений к теплообеспеченности и температурному режиму:

длительность вегетационного периода;

требуемая сумма активных температур (выше 10^0C) за период вегетации;

биологический минимум температуры при прорастании семян, появлении всходов, формировании вегетативных и генеративных органов, плодоношении, перезимовке растений;

холодоустойчивость (способность растений в течение длительного времени переносить низкие температуры ($1-10^0\text{C}$) без необратимых повреждений);

морозоустойчивость (способность растений переносить температуру ниже 0^0C);

жароустойчивость (способность растений переносить жару без необратимого повреждения).

➤ Отношение растений к влагообеспеченности, водному и воздушному режимам почв:

оптимальная влажность корнеобитаемого слоя почвы, при которой достигается максимальная интенсивность роста растений;

коэффициент завядания растений (отношение влажности завядания к максимальной гигроскопичности почвы);

коэффициент транспирации растений (количество воды в граммах, которое расходуется на синтез 1 г сухого вещества);

коэффициент водопотребления сельскохозяйственных культур (количество воды в м^3 , расходуемое на испарение с поверхности почвы и транспирацию для образования 1 т биомассы);

устойчивость растений к переувлажнению и затоплению;

отношение растений к глубине залегания пресных и засоленных, застойных и проточных грунтовых вод.

- Требования растений к физическим условиям почв, их сложению и структурному состоянию:

отношение к гранулометрическому составу, скелетности почв, глубине подстилая плотными породами; отношение к плотности почвы.

- Потребность растений в элементах питания и характер их потребления.
- Отношение к реакции почвы (pH).
- Чувствительность к повышенному содержанию подвижных алюминия, марганца, к восстановительным условиям (ОВП).
- Солеустойчивость – устойчивость к избыточной концентрации солей в почвенном растворе в связи с повышением осмотического давления и токсичным влиянием.
- Солонцеустойчивость – способность растений преодолевать в основном неблагоприятные агрофизические свойства почв, обусловленные их солонцеватостью.
- Отношение растений к карбонатности почв.
- Устойчивость сельскохозяйственных культур к эродированным и техногенно-нарушенным почвам.
- Отношение растений к фитосанитарным условиям почвы.

- Чувствительность растений к загрязнению почв тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсикантами.
 - Реакция растений на загрязнение воздуха.
2. Оценка сельскохозяйственных культур по влиянию на почвы и ландшафты в связи с биологическими особенностями и технологиями возделывания.
- Оценка культур по количеству растительных остатков, поступающих в почву, и их качественному составу.
 - Влияние растений на симбиотическую и ассоциативную азотфиксацию.
 - Влияние культур и технологий на сложение и структурное состояние почв.
 - Оценка растений по характеру их влияния на водный режим почв.
 - Оценка фитомелиоративного влияния растений на почву.
 - Оценка культур по влиянию на фитосанитарное состояние почв: влияние на накопление специфических видов сорняков, болезней и вредителей; влияние на почвоутомление.

3.3. Система агроэкологической оценки земель

Данная система детально рассмотрена в методическом руководстве (Агроэкологическая оценка...2005) Здесь приводим перечисление основных показателей агроэкологической оценки земель.

3.3.1. Рельеф

Каждый ЭАА в системе агроэкологической оценки рельефа, должен получить следующие характеристики:

- приуроченность к форме мезорельефа (увал, холм, лощина и т.д.);
- приуроченность к элементу мезорельефа (вершина, склон, днище и т. д.);

- приуроченность к определенной части склона и его форме (нижняя, средняя или верхняя часть прямого, выпуклого или вогнутого склона);
- крутизна склона;
- форма в плане (характер водосбора: рассеивающий, собирающий, прямой);
- экспозиция (теплая, холодная, нейтральная);
- расстояние от водораздела;
- микрорельеф.

Для всей оцениваемой территории устанавливается следующий комплекс показателей оценки:

- морфолого-генетический тип макрорельефа;
- комплекс типов мезорельефа (по происхождению);
- категория типов мезорельефа (по особенностям рельефа и литологии);
- горизонтальная расчлененность территории (коэффициент расчлененности, средняя ширина водосбора, средняя длина склонов);
- вертикальная расчлененность;
- тип линейного расчленения по составу гидрографической сети и глубине вертикального расчленения;
- пораженность современными линейными эрозионными процессами (коэффициент овражности, суммарная протяженность оврагов на 1 км², плотность оврагов).

3.3.2. Литологические условия

Геологическое строение местности, сопряженное с геоморфологическими условиями, т.е. пересечение различных геологических пластов поверхностями рельефа, определяет локализацию многих агроэкологически значимых явлений и процессов. Например, горизонтальное залегание пласта третичных засоленных глин и выход его к поверхности на эродированных

склонах обуславливает формирование или вероятность появления «солонцового пояса» на определенном гипсометрическом уровне. С той же закономерностью проявляются оползневые и солифлюкционные явления, приуроченные к местам близкого залегания водоупорных пород и формирования поверхностей скольжения.

Характеристика литологических условий ЭАА включает мощность различных отложений; гранулометрический состав и его преобладающие фракции, скелетность, каменистость; химические и физические свойства (карбонатность, гипсоносность, засоленность, оглеение, плотность, пористость, водопроницаемость, влагоемкость, водоудерживающая способность, водоподъемная способность).

Почвообразующие породы представлены следующими основными генетическими типами: элювиальные отложения (элювий); делювиальные отложения (делювий); элювиально-делювиальные отложения (делювий); пролювиальные отложения (пролювий); аллювий; озерные отложения; ледниковые (моренные) отложения; флювиогляциальные (водно-ледниковые) отложения; покровные суглинки и глины; лессы и лессовидные суглинки; морские отложения.

3.3.3. Гидрогеологические условия

Характеристика территории по этим условиям включает принадлежность к гидрогеологическому бассейну, модуль подземного стока, химизм грунтовых вод, водоносные горизонты, их мощность, дебит, общую оценку многолетней динамики этих показателей.

Для каждого ЭАА оценивают глубину залегания грунтовых вод, проточность и химический состав. Оценку емкости проводят по периодичности, срокам и длительности затопления. Учитывают также сумму температур талой воды.

3.3.4. Агроклиматические условия

1. Термические показатели:

- среднегодовая температура;
- среднемесячные температуры самого холодного и самого теплого месяцев;
- среднемноголетние минимальная и максимальная температуры самого холодного и самого теплого месяцев;
- абсолютные минимум и максимум температуры;
- сумма температур выше 15, 10 и 5 °С за вегетацию;
- длительность периодов со среднесуточными температурами выше 5, 10 и 15 °С (длительность вегетационного периода для многолетних трав, большинства полевых культур, теплолюбивых культур);
- даты прохождения среднесуточных температур через 0, 5, 10 и 15 °С весной и осенью (даты начала и окончания полевого периода, вегетации многолетних трав, большинства полевых культур, теплолюбивых культур);
- даты первого осеннего и последнего весеннего заморозков среднемноголетние и экстремальные – самые ранние осенние, самые поздние весенние;
- длительность безморозного периода;
- даты промерзания и оттаивания почвы;
- даты устойчивого прогревания почвы до 5 и 10 °С на глубине 5 и 10 см;
- сумма среднесуточных температур почвы выше 10 °С на глубине 5 и 10 см.

2. Показатели влагообеспеченности:

- сумма осадков за год;
- сумма осадков за вегетацию;
- коэффициент увлажнения;
- суммы осадков за зиму, весну, лето, осень;
- характер выпадения осадков;
- вероятность выпадения ливней и сильных дождей в отдельные периоды;
- число дней в году с ливнями и сильными дождями;
- вероятность проявления засух в отдельные периоды вегетации;
- число дней в году с засухой;

- продолжительность засух;
- запасы продуктивной влаги в слое почвы 0...20 см осенью перед началом сева озимых и в слое 0...100 см весной.

3. Показатели ветрового режима:

- годовая роза ветров;
- средняя скорость ветра в году и в отдельные периоды вегетации;
- вероятность скоростей ветра выше 5 м/с в отдельные периоды вегетации;
- число дней в году со скоростью ветра выше 5 м/с;
- вероятность суховеев в отдельные периоды;
- число дней в году с суховеями;
- длительность суховеев.

4. Показатели условий перезимовки:

- даты установления и схода снежного покрова;
- средняя высота снежного покрова;
- влажность почвы перед промерзанием и установлением устойчивого снежного покрова;
- вероятность наступления оттепелей;
- число дней в году с оттепелями;
- продолжительность оттепелей.

3.3.5. Структура почвенного покрова

Под структурой почвенного покрова (СПП) конкретной территории понимается закономерное пространственное размещение почв, связанное с литолого-геоморфологическими и геоботаническими условиями. Это понятие относится к небольшим территориям в отличие от планетарно-континентальных и зонально-провинциальных закономерностей размещения почв, для которых главным фактором является биоклиматический.

Первичная исходная единица почвенного покрова названа В.М. Фридландом (1972) элементарным почвенным ареалом (ЭПА), под которым понимается участок территории, занятый одной почвой, относящейся к клас-

сификационной единице низшего ранга. ЭПА, чередуясь в пространстве, образуют почвенные комбинации (ПК), которые и создают структуру почвенного покрова. СПП можно представить как закономерную совокупность ЭПА, представленную в виде различных почвенных комбинаций.

Классификация СПП. С учетом размеров ЭПА, контрастности их компонентов и генетической связи между ними В.М. Фридланд (220) предложил выделить 6 классов ПК:

1. Комплексы – микрокомбинации с регулярным (через несколько метров или десятков метров) чередованием пятен контрастно различающихся почв, взаимно обусловленных в своем развитии. Их образование обусловлено преимущественно влиянием микрорельефа, в отдельных случаях деятельностью землероев, неравномерностью первоначального распределения солей в породе.

2. Пятнистости – микрокомбинации неконтрастных почв обусловленные микрорельефом. Ввиду меньшей контрастности они отличаются, как правило, более благоприятными условиями для сельскохозяйственного использования.

3. Сочетания – мезокомбинации, обусловленные мезорельефом. В них регулярно чередуются довольно крупные (га и десятки га) ареалы контрастно различающихся почв, которые могут иметь свое особое хозяйственное использование. Связь между компонентами однонаправленная: почвы пониженных элементов рельефа находятся под влиянием почв более высоких участков из-за перераспределения веществ со стоком.

4. Вариации – мезокомбинации с чередованием средне- и крупно-контурных ареалов неконтрастных почв с односторонней генетической связью.

5. Мозаики – контрастные комбинации почв, обусловленные изменениями в пространстве состава и свойств почвообразующих пород.

6. Ташеты – неконтрастные комбинации почв, обусловленные смесью пород или различными типами растительности.

Почвенные микрокомбинации (комплексы, пятнистости, микромозаики и микроташеты) являются элементарными почвенными структурами (ЭПС).

Агроэкологическая оценка ЭПА и ЭПС. Элементарные почвенные структуры наряду с ЭПА являются почвенными составляющими ЭАА, и с точки зрения хозяйственного использования представляют собой единое целое. Поэтому первичная оценка структуры почвенного покрова проводится по отношению к ее низшим структурным уровням: ЭПА или ЭПС.

Важнейшими характеристиками структуры почвенного покрова являются *контрастность и сложность*.

В качестве агрономического критерия контрастности целесообразно использовать принадлежность компонентов почвенных комбинаций к различным категориям земель, по ограничивающим факторам и способам их преодоления. По этому критерию установлено пять степеней контрастности почв по отношению к той или иной культуре или группе культур (Кирюшин В.И., 1996):

слабоконтрастные, принадлежащие к категориям земель, пригодных для использования с ограничениями, которые могут быть преодолены малозатратными мелиорациями;

среднеконтрастные — с участием категорий земель, пригодных для использования с ограничениями, которые могут быть преодолены среднезатратными мелиорациями;

сильноконтрастные — с участием земель, потенциально пригодных для использования после сложных, высокозатратных мелиораций;

очень сильно контрастные — с участием земель, мало пригодных для использования вследствие неустраняемых ограничений;

чрезвычайно контрастные — с участием земель, не пригодных для возделывания (таблица 15)

Сложность или пестрота, почвенного покрова характеризуется частотой смены почвенных ареалов.

15. Шкала контрастности почвенных комбинаций

Балл	Степень контрастности ПК	Категории компонентов ПК по ограничивающим факторам и способам их преодоления*
1	Слабоконтрастные	I и II категории
2	Среднеконтрастные	I и (или) II с участием III
3	Сильноконтрастные	I, II, III с участием V
4	Очень сильноконтрастные	I, II, III с участием IV
5	Чрезвычайно контрастные	I, II, III с участием VI
* Аналогично категориям земель (см. раздел 3,4)		

Для практических целей, особенно мелиоративных, сложность почвенного покрова должна характеризоваться в первую очередь долей неблагоприятных почв в комплексе и количеством контуров на единицу площади. В зависимости от этих показателей решается, в частности, вопрос о выборочной или сплошной мелиорации почв комплексов. По этим условиям предложено различать пять степеней сложности комбинаций (таблица 16).

16. Классификация контрастных комбинаций по степени сложности

Балл	Комбинация	Доля неблагоприятных почв, %	Степень расчлененности
1	Несложная	До 10	Нет
2	Умеренно сложная	10...30	Умеренная
3	Сложная	10...30	Высокая
4	Очень сложная	30...50	Умеренная
5	Чрезвычайно сложная	30...50	Высокая
Примечание. При умеренной расчлененности можно проводить выборочную мелиорацию пятен, при высокой – нельзя.			

Агроэкологическая группировка ЭПС. В процессе агроэкологической оценки земель почвенные комбинации объединяются в группы по параметрам, имеющим конкретное агрономическое значение. На основе группировок СПП в дальнейшем разрабатываются агроэкологические группировки земель.

3.3.6. Агроэкологическая оценка почв

При их оценке принимаются во внимание мощность мелкоземистой толщи, гумусовой части профиля и пахотного слоя; расположение и свойства литологических слоев и почвенных горизонтов, особенно обладающих не-

благоприятными свойствами – переуплотненных, переувлажненных, оглеенных, солонцеватых, засоленных, сильно отличающихся литологически; отмечается наличие плужной подошвы и др.

Учитываются следующие свойства и режимы почв:

Физические свойства почв: гранулометрический состав; скелетность; плотность почвы; порозность; структурное состояние; физико-механические свойства (пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость, удельное сопротивление обработке).

Водно-физические свойства почв: максимальная гигроскопическая влажность; влажность разрыва капиллярной связи; влажность завядания растений; наименьшая влагоемкость; полная влагоемкость; водопроницаемость.

Химические и физико-химические свойства почв: гумусовое состояние почв (содержание гумуса в пахотном слое, запасы гумуса в слое 0-100 см, $C:N$, $C_{г.к.}:C_{ф.к.}$); емкость катионного обмена; состав обменных оснований; кислотно-основное состояние (реакция почвенного раствора, потенциальная кислотность – обменная и гидролитическая, щелочность); карбонатность почв; засоленность (глубина, тип, степень засоления); солонцеватость почв; обеспеченность почв элементами минерального питания; биогенность и биологическая активность почвы; окультуренность бедных почв; эродированность: гидроморфизм, степень заболоченности.

Почвенные режимы: водный; температурный; окислительно-восстановительный.

Оценка загрязнения почв тяжелыми металлами и другими токсикантами.

Оценка загрязнения почв радионуклидами.

3.3.7. Фитосанитарная оценка земель

Во всех агроэкосистемах на различных этапах производства сельскохозяйственной продукции с культурными растениями взаимодействуют многие виды организмов. К ним относятся насекомые, растительноядные клещи и

пауки, нематоды, грибы, бактерии, вирусы, сорные растения, птицы и млекопитающие. Предупредить потери урожая от вредных организмов на основе рациональной организации профилактических и защитных мер можно лишь при условии оперативной и качественной оценки фитосанитарного состояния земель, а также составления на ее базе краткосрочного и долгосрочного прогнозов появления, развития и распространения вредных организмов.

В целях принятия оперативного решения о необходимости проведения защитных мероприятий надзор за посевами проводится за 4-6 дней, используются высокопроизводительные методики обследований, позволяющие сравнить определенные немногочисленные характеристики популяций с экономическими пороговыми значениями вредоносности. Для этого при маршрутных обследованиях определяют заселенность сельскохозяйственных угодий вредными и полезными насекомыми, возбудителями болезней, сорняками и др. (процент заселения). Для получения достоверной информации важно охватывать не менее 10-15% площадей каждого вида участков. Плотность вредных организмов (интенсивность развития болезней для патогенов) устанавливается при помощи специальных методов учета. Выбор оптимальных сроков проведения каждого обследования и учета, а также их периодичность определяется характером динамики распространения и развития вредного организма, который обуславливается его биологией и экологической обстановкой в агроландшафтах. Для разработки прогнозов распространения и развития вредных организмов различной заблаговременности проводят исследования дополнительных популяционных характеристик; для насекомых, например, возрастной и половой состав, плодовитость самок, зараженность вредителей энтомофагами и болезнями и др.

3.3.8. Оценка деградации агроландшафтов и почв

Деградация агроландшафта (исходя из позиций экологического императива), – это негативное изменение, выражающееся в снижении или утрате им способности выполнять функции воспроизводства ресурсов и

среды и социально-экономические функции. Виды деградации агроландшафтов различаются в зависимости от природы процессов.

1. *Физическая*: плоскостной смыв и линейный размыв, дефляционный снос почв, расчленение территории оврагами, увеличение площади эродированных почв, выход на поверхность почвообразующих и подстилающих пород, усиление сложности и контрастности почвенного покрова, ухудшение физических свойств почв, увеличение площади подвижных песков, засыпание и заиливание водоемов
2. *Биологическая*: деградация растительного покрова, уменьшение биологического разнообразия, снижение биологической продуктивности.
3. *Геохимическая*: нарушение круговорота веществ (ослабление биологического, усиление геологического круговорота); засоление (повышение минерализации поверхностных и грунтовых вод, засоление территорий, обнажение соленосных пород); загрязнение вредными веществами почв, поверхностных и грунтовых вод, воздуха.
4. *Гидрогеологическая и гидрологическая*: обсыхание территории (усиление поверхностного и сокращение грунтового стока, уменьшение запасов поверхностных и грунтовых вод); заболачивание (затопление, поднятие УГВ выше критического; усиление неоднородности почвенного покрова вследствие формирования полугидроморфных и гидроморфных почв).

В контексте антропогенной трансформации ландшафтов следует рассматривать деградацию почв, понимая под ней устойчивое ухудшение их свойств и связанное с ним сокращение или утрату экологических и производственных функций. Под сокращением экологических функций понимается: снижение биологической продукции и интенсивности биологического круговорота; снижение поступления в атмосферу кислорода; усиление перехода углекислоты из почв в атмосферу; снижение буферной и погложительной способности почвы; уменьшение биологической активности; ослабление санитарных функций. Различаются следующие виды деградации почв:

- *физическая* (переуплотнение, эрозия, дефляция и др.);

- *физико-химическая* (подкисление, подщелачивание, снижение погло-
тельной способности и буферности, вторичное засоление, осолонцевание);
- *биологическая* (уменьшение содержания органического вещества, числен-
ности и видового состава биоты; снижение биологической активности,
почвоутомление);
- *заболачивание*;
- *загрязнение вредными веществами*.

Оценка деградационных процессов пока что не получила должного развития, но определенные разработки на эту тему имеются (таблица 17.).

17. Оценочные показатели степени деградации агроландшафтов и почв (Шептухов (В.И. и др., 1997))

Показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
Деградация ландшафтов					
Увеличение площади средне- и сильно- эродированных почв, % в год	< 0,5	0,6...1,0	1,1...2,0	2,1...5,0	>5,0
Глубина размывов и водороев, см	< 20	21...40	41...100	101...200	> 200
Расчлененность оврагами, км/км ²	< 0,1	0,1...0,3	0,4...0,7	0,8...2,5	> 2,5
Площадь обнаженных почвообразующей и подстилающей пород, % от общей	0...2	3...5	6...10	11...25	> 25
Площадь подвижных песков, % от общей	0...2	3...5	6...15	16...25	> 25
Глубина пресных (<1 г/л) почвенно- грунтовых вод в гумидной зоне, м	> 1,0	1,0...0,8	0,8...0,6	0,6...0,3	< 0,3
Глубина минерализованных (>3 г/л) поч- венно-грунтовых вод, м	> 7	5,1...7,0	3,1-5,0	2,0...3,0	< 2
Продолжительность затопления (поверх- ностного переувлажнения), мес.	< 3	4...6	7...12	13...18	> 18
Проектное покрытие пастбищной рас- тительностью, % от зонального	> 90	71...90	51...70	10...50	< 10
Деградация почв					
Увеличение равновесной плотности па- хотного слоя, % от исходного	< 10	11...20	21...30	31...40	> 40
Межагрегатная пористость (без учета трещин), см ³ /г	> 0,2	0,11...0,2	0,06...0,1	0,02...0,05	< 0,02
Внутриагрегатная пористость, см ³ /г	> 0,3	0,26...0,3	0,2...0,25	0,17...0,19	< 0,17
Коэффициент фильтрации, м/сут.	> 1,0	0,3...1,0	0,1...0,3	0,01...0,1	< 0,01
Каменистость, % покрытия	< 5	6...15	16...35	36...70	> 70
Уменьшение мощности гумусового про- филя (А+В), % от исходного	< 3	3...25	26...50	51...75	> 75
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А+В), % от исходного	< 10	11...20	21...40	41...80	> 80
Сработка торфа, мм/год	< 1	1...2,5	2,6...10	11...40	> 40
Потери почвенной массы, т/га в год	< 5	6...25	26...100	101...200	> 200

3.4 Агроэкологическая типология и классификация земель

3.4.1. Развитие проблемы оценки земель для сельскохозяйственных целей

Чтобы сформировать системы земледелия, адаптированные в соответствии с рассмотренными агроэкологическими факторами, необходимо соответствующим образом сгруппировать их в структурно-функциональной иерархии ландшафта, т.е. построить агроэкологическую классификацию земель. Чем выше уровень интенсификации земледелия, тем больше факторов необходимо учитывать, тем сложнее задача. Путь к такой классификации непрост, учитывая опыт мирового земледелия и тем более земледелия России, где практическое решение этой проблемы задержалось на стадии агропроизводственных группировок почв, несмотря на успехи почвоведения, ландшафтоведения, климатологии и других смежных наук. Очевидно, следует хотя бы схематично рассмотреть этот путь от традиционной агропроизводственной группировки почв к агроэкологической типологии земель.

Агропроизводственные группировки почв. В настоящее время основной материал, характеризующий земельные фонды хозяйств, представлен почвенными картами и интерпретирующими их агропроизводственными группировками почв, которые представляют собой, по выражению К.В.Зворыкина (1965), "разноску" выявленных при крупномасштабном картографировании разностей по группам почв, различающихся по сочетанию свойств, с которыми коррелирует плодородие.

В.М.Фридланд (1966) разделил агропроизводственные группировки почв на три категории. В первой категории почвы группируются в соответствии с "агрономическими качествами по отношению к какой-либо сельскохозяйственной культуре", во второй - по отношению к определенным экологическим группам культур, в третьей - по "общим растениеводческим качествам".

Первые две категории, в которых учитывались четко выраженные запросы растений к почвенным условиям, практиковались довольно ограниченно (культуры чая, винограда, в известной мере - плодовых, овощных).

Наибольшее распространение получили общие группировки, построенные на свойствах почв, определяющих их качества как среды для культурных растений. Такие группировки составлены различными способами, с использованием разной терминологии как для отдельных хозяйств, так и регионов, республик. большей частью они соответствуют общим принципам составления, предложенным В.М.Фридландом (1966) и представленным на рисунке 6.

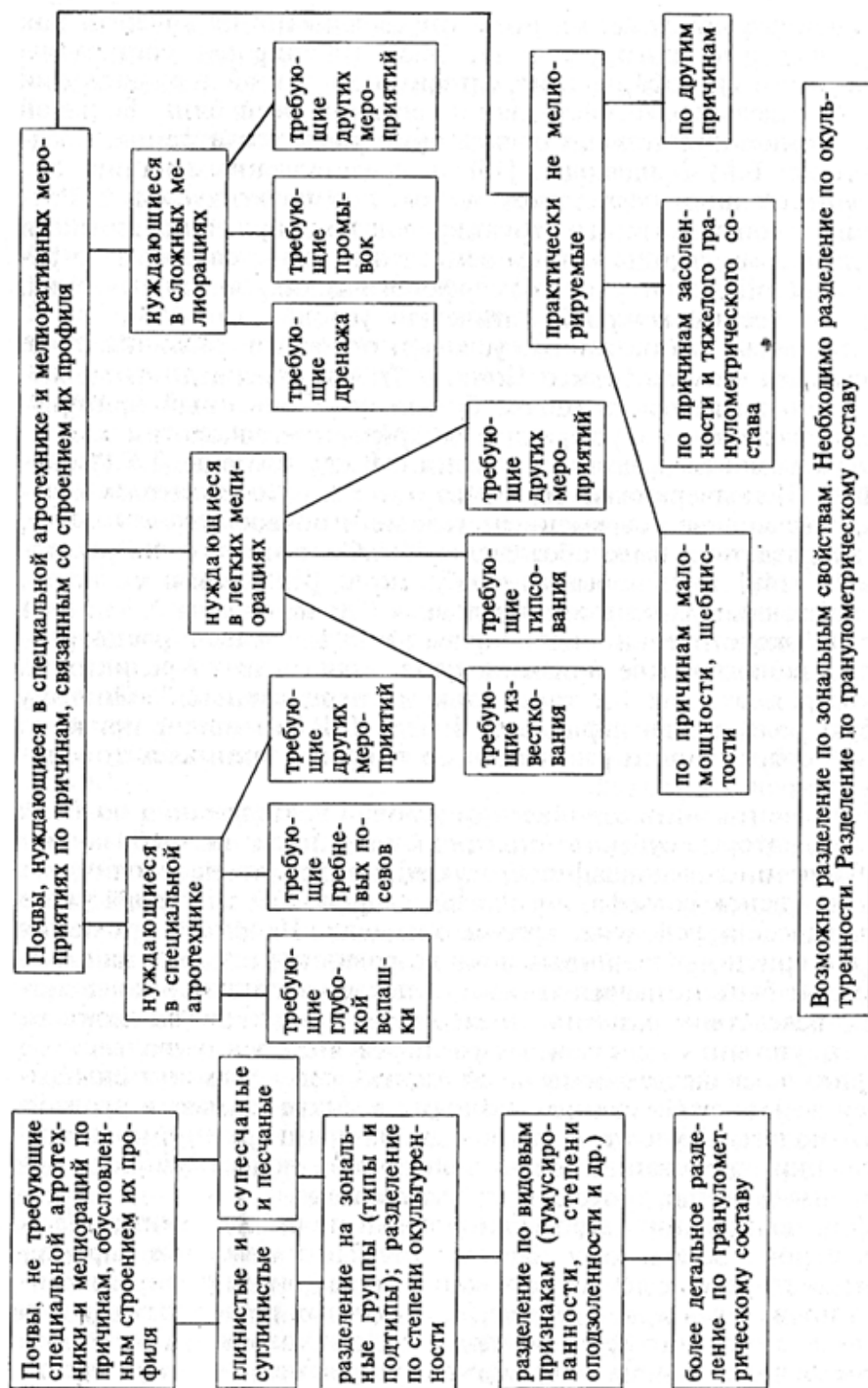


Рис. 6. Принципиальная схема агропроизводственных группировок почв (В.М.Фридланд, 1966)

Существенным недостатком до сих пор практикуемых в России агропроизводственных группировок почв при использовании их для формирования систем земледелия является весьма ограниченная оценка и учет геоморфологических, литологических, гидрологических, микроклиматических условий. Считалось, что названные условия, определяя различия почв, отражаются в их свойствах. Понятие "почва - зеркало ландшафта" истолковывалось слишком буквально. Почвенный критерий абсолютизировался в ущерб другим критериям типологии земель, что задержало ее развитие в России.

Между тем, еще Л.Г.Раменский (1938) подчеркивал, что почва несет в себе не только качества, отвечающие современным условиям почвообразования (то, что впоследствии было обозначено И.А.Соколовым и В.О.Таргульяном (1976) как "почва-момент"), но и реликтовые свойства, приобретенные ранее в иных условиях ("почва-память"). Типолог должен "экологически читать почвы", т.е. "выделять и расшифровывать экологические признаки почв, отделяя их от реликтовых и субстратных, как бы тонко они не переплетались". Поэтому особую роль в идентификации земель Л.Г.Раменский придавал оценке современного растительного покрова, занимаясь типологией природных угодий.

Если же говорить о выявлении условий возделывания полевых культур, которые существенно отличаются по своим требованиям от аборигенных ландшафтообразующих видов, то необходимость прямых оценок рельефа, литологии, гидрологии, не говоря уже о климатических условиях, вполне очевидна. Например, различия в характеристиках целинных почв на ровных участках и на склонах могут быть незначительными, а после распашки - контрастными вследствие развития эрозионных процессов на склонах. При отсутствии существенных различий в строении почвенного профиля и свойствах почв на элементах рельефа, могут складываться весьма существенные различия в микроклимате и урожайности полевых культур в связи с различными режимами влаги, инсоляции, поспевания почвы к обработке, подверженности посевов выпреванию, вымоканию, вымерзанию.

При пользовании агрогруппировкой почв применительно к конкретному земельному массиву упускаются важные характеристики структуры почвенного покрова, величины и формы контуров почв, характер чередования различных почвенных групп и их связи с литолого-геоморфологическими условиями. Агропроизводственные группы почв могут образовывать большие массивы или располагаться чередующимися пятнами, занимать равнинные пространства или их массивы будут расчленены густой сетью оврагов. В группировке эти различия не имеют отражения.

Сельскохозяйственная типология земель. Как следует из вышеизложенного, при агропроизводственной оценке земельного массива агроном сталкивается с понятием более сложным, чем агропроизводственная группа почв. Это понятие определилось в работах К.В.Зворыкина (1965), Г.С.Гриня, В.М.Фридланда (1972) как сельскохозяйственный тип земель, интегрирующий содержание агропроизводственной группы почв с названными выше природно-сельскохозяйственными характеристиками.

По определению В.М. Фридланда, "тип земель представляет собой территорию, единую по природным условиям сельскохозяйственного производства и соизмеримую с единицами сельскохозяйственного пользования (полями севооборота или производственными участками, участками пастбищеоборота и т.д.)".

К.В.Зворыкин (1965) рассматривал тип земель как "обобщающее понятие для обозначения земельных участков, весьма различных по своим природным свойствам..., которые нужно использовать под возделывание разных групп растений или неодинакового их сочетания с применением различных средств воздействия на среду выращивания растений. В перспективе по мере окультуривания земель и изменения их свойств возможно объединение типов".

В 60-е годы XX в. углублялся ландшафтный подход к типизации земель. Отмечая принадлежность типа земель к определенным природно-территориальным комплексам, различные авторы рассматривали его как уча-

сток территории, имеющий одинаковые геолого-геоморфологические условия, занятый одним или группой близких в агрогенетическом отношении почвенных видов, характеризующийся сходными условиями местного климата и увлажнения, одним геохимическим режимом и однотипный по возможному рациональному использованию.

Наиболее глубокое продвижение в сельскохозяйственной типологии земель было достигнуто на Украине. Для ее территории было выделено 218 типов земель, сгруппированных в соответствии с условиями геоморфологии и рельефа (земли зандровых равнин и террас; земли плато, древних террас и слабополгих склонов; террасовые земли; низинные незаливаемые земли; заливные земли и т.д.).

Подобная работа была выполнена для Рязанской области по методике формирования природных типов сельскохозяйственных земель, предложенной К.В.Зворыкиным.

При всем значении данного подхода стройной таксономической системы в сельскохозяйственной типологии земель не сложилось. Достижения почвоведения и ландшафтоведения не интегрировались между собой и в должной мере с землеустройством и земледелием. Понятие "земля" как комплексная природно-экономическая категория в не получило развития.

Классификации земель по пригодности для сельскохозяйственного использования. Создание такого рода классификаций оказалось весьма сложной задачей. Обращаясь к мировому опыту в этой области, нельзя не остановиться на классификации земель США, которая пользуется наибольшей известностью.

I. Земли с высокой продуктивностью, пригодные для возделывания широкого набора культур без специальных агроприемов (противоэрозионных и пр.).

II. Земли, пригодные для возделывания полевых культур с небольшими ограничениями (небольшой уклон, умеренное проявление водной и ветровой эрозии, недостаточная мощность почвы, слабое засоление, дренирование от

среднего до слабого), которые преодолеваются простыми агротехническими приемами.

III. Земли со средним проявлением ограничивающих факторов (высокая степень подверженности водной и ветровой эрозии, переувлажненность, частые затопления, умеренное засоление, неблагоприятные климатические условия), пригодные для возделывания полевых культур при проведении достаточно трудоемких мелиоративных работ (устройство дренажной сети, террасирование, обильное удобрение и др.).

IV. Земли, пригодные для ограниченного возделывания полевых культур, главным образом трав, при сложных мелиоративных и противоэрозионных мероприятиях. Некоторые из них используются для возделывания риса, определенных видов овощей и фруктовых деревьев. Основные ограничения: крутые склоны, сильное переувлажнение, высокая степень засоления, суровые климатические условия.

V. Земли, не пригодные для возделывания полевых культур из-за каменистости, затоплений, суровых климатических условий, но пригодные для интенсивного пастбищного использования и лесопосадок.

VI. Земли, пригодные для умеренного пастбищного использования или лесопосадок.

VII. Земли, пригодные лишь для ограниченного выпаса.

VIII. Земли, не пригодные для сельскохозяйственного использования (овраги, болота, песчаные берега и т.п.).

В пределах классов землепригодности выделяют подклассы, определяемые природой ограничивающего фактора: подкласс С, обусловленный климатическими факторами; подкласс Е - эрозией; подкласс W – избыточной влажностью; подкласс S - маломощностью корнеобитаемого слоя. Подклассы разделяются на единицы землепригодности по набору культур и организации территории в пределах хозяйства. Эти единицы группируются из почвенных фаз.

Подобные группировки или классификации земель в различных странах имеют разную глубину наполнения, в одних глубже освещены ландшафтные аспекты идентификации земель, в других - агроэкологические. Примечательно, что оценка лимитирующих факторов в классификациях подобного рода соотносится с уровнем интенсификации производства. Например, английские специалисты через каждые пять лет проводят корректировку данных классификации земель Великобритании, учитывая только те ограничивающие факторы, которые считают неустранимыми на уровне современного развития науки и техники.

В бывшем СССР, несмотря на большой опыт землеоценочных работ, специальные исследования, посвященные созданию классификации земель по их сельскохозяйственному использованию, были весьма ограничены, а попытка реализации такой классификации, предложенной в целом для страны («Указания по классификации земель, 1986), несмотря на приданный ей официальный статус, не состоялась. Приведем основное содержание этой классификации, которая включает в себя следующие категории и классы земель.

Категория 1. Земли, пригодные под пашню.

Классы земель: 1 - окультуренные, 2- дренированные водоразделы и слабовыраженные склоны (до 2°), суглинистые и легкосуглинистые, некарбонатные; 3 - дренированные водоразделы и слабовыраженные склоны (до 2°); суглинистые и легкосуглинистые, карбонатные; 4 - дренированные водоразделы и слабовыраженные склоны (до 2°) с повышенным влиянием легких пород, супесчаные и песчаные; 5 - дренированные водоразделы и слабовыраженные склоны (до 2°) с повышенным влиянием тяжелых пород, глинистые, включая слитые; 6 - дренированные водоразделы и слабовыраженные склоны (до 2°) с повышенным влиянием плотных пород и валунно-галечных отложений, суглинистые; 7 - слабодренируемые кратковременно переувлажняемые, глинистые и суглинистые, некарбонатные; 8 - слабодренируемые кратковременно переувлажняемые, глинистые и суглинистые карбонатные; 9

- слабодренируемые кратковременно переувлажняемые, супесчаные и песчаные на глинах и суглиниках; 10 - слабоэрозионноопасные пологие склоны (2-5°), глинистые и суглинистые на рыхлых породах, включая слабосмытые; 11 - слабоэрозионноопасные пологие склоны (2-5°), супесчаные на рыхлых породах, включая слабосмытые; 12 - эрозионно опасные покатые склоны (5-10°), глинистые и суглинистые на рыхлых породах, включая смытые; 14 - повышено-эрозионноопасные пологие и покатые склоны (2-10°), на плотных породах, включая смытые.

Категория II. Земли, пригодные преимущественно под сенокосы.

Классы земель: 1 - пойменные луговые, глинистые и суглинистые; 2 - пойменные луговые, супесчаные и песчаные; 3 - внепойменные луговые, глинистые и суглинистые; 4 - внепойменные луговые, супесчаные и песчаные.

Категория III. Земли пастбищные, после улучшения могут быть пригодны под другие сельскохозяйственные угодья.

Классы земель: 1 - переувлажняемые (заболоченные); 2 – солонцовые и слитые автоморфные, включая средне- и сильнокомплексные; 3 - солонцовые и слитые полугидроморфные, включая средне- и сильнокомплексные; 4- солонцовые и слитые гидроморфные, включая средне- и сильнокомплексные; 5 - особо эрозионноопасные крутых склонов (более 10°), включая смытые; 6 - маломощные включая сильнокаменистые и щебнистые; 7 – пески задернованные.

Категория IV. Земли, пригодные под сельскохозяйственные угодья после коренных мелиораций. Классы земель: 1 - болота торфяные низинные и переходные; 2 - болота минеральные низинные и переходные; 3 - сильно и очень сильно засоленные; 4 - такыры; 5 - овражно-балочные комплексы; 6 - пески, лишенные растительности (развеваемые).

Категория V. Земли, малоприспособленные под сельскохозяйственные угодья.

Классы земель: 1 - болота верховые; 2 - галечники, каменистые россыпи, щебнистые отложения и др.

Категория VI. Земли, не пригодные под сельскохозяйственные угодья. Классы земель: 1 - скалы, обнажения плотных пород, россыпи и др., 2 - ледники, вечные снега, под водой.

Категория VII. Нарушенные земли.

Классы земель: 1 - торфоразработки; 2 - карьеры, горные выработки, терриконники и др.

Многие положения этой классификации дискуссионны или не обоснованы, или просто непонятны, начиная с утверждения о том, что "в основу классификации земель положена степень их развитости", а "группы земель по значению выделяются по основным стадиям их образования и развития в соответствии с относительным возрастом земель и основным хозяйственным значением".

В категории земель, пригодных под пашню, выделен класс окультуренных земель, противопоставленный остальным 13 классам, без какого-либо разъяснения, что под ним понимается. Нельзя признать корректным ранжирование на уровне класса таких разноплановых агроэкологических показателей, как дренированность территории, гранулометрический состав, крутизна склонов, карбонатность почв. Последняя имеет совершенно разное значение для агроэкологической оценки лесных и степных почв. Чрезмерно расширены градации склонов (в одном случае 5-10°, в другом даже 2-10°), которые, несомненно, должны иметь более узкие границы.

Не останавливаясь на частных недостатках этой классификации, можно сказать, что при ее создании не были использованы уже имевшиеся достижения в области сельскохозяйственной типологии земель.

Более обоснованным и углубленным явился подход к формированию сельскохозяйственной классификации земель, предложенный Я.М. Годельманом (1981) для Молдавии. В ней предусматривается выделение следующих таксономических единиц: общностей земель, классов, родов и типов.

Общность отображает характер зональных и интразональных различий земель в пределах сельскохозяйственного типа территории, который пред-

ставляет собой единицу природно-сельскохозяйственного районирования (район, подрайон), и для которого осуществляется дальнейшее разделение земель в соответствии с их классификацией. В условиях Молдавии в пределах каждого такого района выделяются три общности земель: зональная, литогенно-зональная и аллювиально-террасная. К литогенно-зональным общностям земель отнесены территории, на которых встречаются породы, создающие условия для отклонения почвообразовательных процессов от зональных (третичные иловатые глины, известняки и продукты их выветривания, пески). К аллювиально-террасной общности земель отнесены поймы рек и ручьев и примыкающие к ним молодые террасы.

Общности земель разделяются на классы по условиям рельефа с учетом абсолютных высот и крутизны склонов, классы - на роды по микроклиматическим условиям с учетом экспозиции склонов.

В пределах родов выделяют типы земель с таким расчетом, чтобы преобладающая часть их площади была представлена одной или близкими агрогруппами почв. Названия типов земель складываются из названия типа почв, преобладающих подтипов, категорий по смытости, разновидностей по гранулометрическому составу, местоположения по рельефу.

Ареал земель по содержанию, размерам и форме пригоден для размещения одного или нескольких сельскохозяйственных производственных выделов, занятых одной или несколькими культурами, и представляет собой однородную территорию с точки зрения мелиораций, агротехники, применения удобрений и охраны почв. Тип земель отводится под то угоды, под которым он характеризуется наиболее высоким бонитетом. Последний может различаться очень сильно. Например, глинистые и тяжелосуглинистые черноземы на пашне обладают близкими бонитетами, а на виноградниках различаются почти вдвое, или, например, тяжелосуглинистые и суглинистые черноземы всех подтипов для виноградников имеют близкий бонитет, а для пашни и плодовых садов - разные.

Данная классификация земель оказалась наиболее продвинутой с точки зрения ландшафтной адаптации земледелия. Тем не менее, она, как и ей подобные и в целом сельскохозяйственная типология земель, страдают недостаточной определенностью типов земель как среды обитания конкретных растений.

Подходы к агроэкологической типологии земель. Отмеченная "экологическая недостаточность" существующих типологий земель могла бы быть в значительной мере преодолена, если бы исследователи не прошли мимо работ Л.Г.Раменского (1929), который еще в 30-х годах заложил основы экологической типологии земель. Он рассматривал тип земель как тип среды, определяющей естественную растительность и пути ее хозяйственного использования.

Причины, заложенные в среде и определяющие структуру и динамику биоты, называются экологическими факторами. Совокупность этих факторов и определяемых ими режимов на данном месте Л.Г.Раменский называл экотон. Экотон совместно с условиями местоположения (энтонием) и составляет, по мнению этого автора, основную единицу экологической типологии - экологический тип земель. Это совокупность участков, сходно реагирующих на изменение природной среды, в частности, на мероприятия по их использованию. В основу этого подхода к типологии земель было положено установление закономерности экологических рядов, определяемых правилом индивидуального поведения видов и непрерывности растительного покрова.

Характеристики звеньев экологических рядов строятся с использованием сведений о растительности, почвах, почвенной фауне. Для определения места в экологическом ряду применяются стандартные биоиндикационные шкалы. Такие шкалы созданы Л.Г.Раменским для определения степени увлажнения (из 120 ступеней), богатства и засоленности почвы (из 30 ступеней), высотности - горной поясности (из 15 ступеней), пастбищной дигрессии (из 10 ступеней). На основании этих шкал Л.Г.Раменским и И.А. Цаценкиным составлены экологические формулы для 4000 растений, произ-

растающих на пастбищах и сенокосах. Пользуясь этими шкалами, можно давать объективную и вполне сопоставимую оценку экологических условий кормовых угодий по описаниям растительного покрова.

Хотя в типологии Л.Г.Раменского используется название агроэкологический тип земель, следует подчеркнуть, что разработанные им положения и методика идентификации относятся к природным угодьям, а понятие "агроэкологический тип земель" должно быть отнесено к полевым культурам в соответствии с латинским словом "агер" (поле) в этом словосочетании.

Агроэкологический подход к типологии и классификации земель, наметившийся еще в 30-е годы, не получил дальнейшего развития как по объективным, так и по субъективным причинам. Он не был востребован практическим земледелием, которое регламентировалось жестким планированием структуры посевных площадей. Для нарезки крупнопрямоугольных полей, шаблонных севооборотов было более чем достаточно материалов почвенного картографирования и агропроизводственных группировок почв. В хозяйствах ими пользовались редко. В земледельческой науке агроэкологическое начало было подорвано упоминавшимися уже перекосами, которые мешали интеграции достижений почвоведения, ландшафтоведения, биологии.

Изменившаяся социально-экономическая обстановка создала предпосылки для реализации научных принципов экологизации земледелия и развития новых подходов к типологии и классификации земель.

В основу подхода, предложенного В.И. Кирюшиным (1993), был положен вслед за Л.Г.Раменским агроэкологический тип земель, т.е. территория, однородная по агроэкологическим требованиям возделывания сельскохозяйственной культуры или близких культур. Эта категория рассматривается как узловая с точки зрения интеграции адаптивного потенциала растений, природно-ресурсного потенциала и производственного потенциала товаропроизводителей.

Долгое время неопределенным оставался вопрос о том, из каких первичных элементов должен складываться тип земель. С развитием учения о структуре почвенного покрова в качестве таковых стали называть элементарный почвенный ареал или элементарную почвенную структуру. Понимание необходимости трансформации географических категорий в агрономические побудило В.М. Фридланда ввести понятие элементарного почвенно-сельскохозяйственного ареала (ЭПСХА), характеризуемого принадлежностью объединяемых в него почв к одной агропроизводственной группе. Эти и подобные категории, развитые в работах Я.М. Годельмана (1981), Ю.К.Юодиса (1973) и других авторов заметно продвинули проблему типизации земель на основе представлений о структуре почвенного покрова, но они недостаточно отражают литолого-геоморфологические аспекты оценки земель либо не являются первичными землеоценочными элементами, как например, ЭПСХА.

С учетом этого обстоятельства в качестве первичного структурного элемента В.И. Кирюшиным (1993) предложен элементарный ареал агроландшафта (ЭАА).

3.4.2. Агроэкологическая типизация земель

3.4.2.1. Принципиальная схема агроэкологической типизации земель

Развитие землеоценочных работ для земледельческих целей надолго задержалось на стадии агропроизводственных группировок почв, несмотря на успехи почвоведения и смежных наук. Существенными их недостатками, как уже отмечалось, являются весьма ограниченная оценка геоморфологических, гидрогеологических, микроклиматических условий и слабое отражение структуры почвенного покрова. Вполне очевидно, что при агропроизводственной оценке земельного массива агроном сталкивается с понятием более сложным, чем агропроизводственная группа почв.

Если при освоении зональных систем земледелия недостатки агропроизводственной группировки почв часто находились в пределах точности зем-

леустроительного проектирования, ориентированного на крупные поля в угоду “большой механизации”, то при формировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия с ними мириться нельзя. Нужна более дифференцированная землеоценочная основа. Соответственно обострилась необходимость разработки агроэкологической типологии земель, путь к которой прокладывался рядом исследователей.

С учетом этих работ нами разработана новая агроэкологическая типология земель, обусловленная требованиями адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Исходное требование АЛСЗ определяется важнейшим системообразующим началом – агроэкологическими потребностями растений и их средообразующим влиянием. Поэтому в основу типологии положен агроэкологический тип земель, то есть территория однородная по условиям возделывания сельскохозяйственной культуры или близких по экологическим требованиям культур.



Рис. 7 Агроэкологическая типизация земель

Другое требование, вытекающее из определения АЛСЗ – экологический адрес. Она создается для определенной агроэкологической группы земель: плакорных, эрозионных, переувлажненных т.д.

Третье требование к системе земледелия как ландшафтной, означает, что каждая агроэкологическая группа земель представляет собой агроландшафт в его структурно-функциональной иерархии с присущими ему особенностями энергомассопереноса. В этом радикальное отличие данной категории от традиционной агропроизводственной группы почв.

Построение агроэкологических типов и групп земель осуществляется из первичных элементов агроландшафта.

В качестве первичного структурного элемента рассматривается элементарный ареал агроландшафта (ЭАА), под которым понимается участок на элементе мезорельефа, ограниченный элементарным почвенным ареалом или элементарной почвенной структурой при одинаковых геологических, литологических и микроклиматических условиях.

Таким образом, предложенная схема агроэкологической типизации земель (рисунок 7), является каркасом для построения АЛСЗ: агроэкологической группе отвечает система земледелия; в пределах агроэкологических типов формируются севообороты, сенокосообороты, пастбищеобороты и агротехнологии; агроэкологические виды земель определяют технологические операции. Совокупность агроэкологических групп земель в пределах природно-сельскохозяйственной провинции составляет зонально-провинциальный агрокомплекс.

Чтобы спроектировать АЛСЗ, необходимо посредством почвенно-ландшафтного картографирования идентифицировать агроэкологическую группу и виды земель, то есть ЭАА и сформировать типы земель. Последняя процедура выполняется путем сопоставления агроэкологических параметров культур с такими же параметрами земель. Близкие по экологическим условиям ЭАА объединяются в типы земель. Агроэкологическая идентификация

ЭАА осуществляется в системе ландшафтно-экологической классификации земель.

3.4.2.2. Ландшафтно-экологическая классификация земель

Данная классификация является основным инструментом, интегрирующим информацию по агроэкологической оценке земель, которая формируется на основе материалов почвенно-ландшафтного картографирования. Как следует из названия, классификация имеет два аспекта – ландшафтный и экологический, тесно связанные между собой. Первый касается размещения сельскохозяйственных культур и технологий их возделывания в соответствии с агроэкологическими условиями, второй – организации территории (противоэрозионной, мелиоративной и др.), предотвращения деградации почв, устранения ее очагов с учетом почвенно-ландшафтных связей, определяющих энергомассоперенос и соответственно процессы эрозии, заболачивания, засоления, миграции химических веществ, в том числе загрязнителей.

Ландшафтно-экологическая классификация земель является продолжением их агроэкологического районирования. Агроэкологическое районирование призвано интегрировать ландшафтное и экологическое направления и пока только разрабатывается. Поэтому на данном этапе можно исходить из существующей схемы природно-сельскохозяйственного районирования частично представленной в таблице 18, формируя агроэкологическую классификацию земель на уровне климатической провинции природной зоны или подзоны для равнинных территорий и провинций горных областей.

Классификация включает агроэкологические группы земель, разряды, классы, подклассы, роды, подроды и виды земель и продолжается классификацией почв.

Агроэкологические группы земель выделяются по ведущим агроэкологическим факторам, определяющим направление их сельскохозяйственного использования (влагообеспеченность, эрозия, переувлажнение, периодиче-

ское затопление, засоление, солонцеватость, литогенез и т.д.); степени проявления этих факторов и сопутствующим лимитирующим факторам.

18. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда

Холодный пояс	Умеренный пояс
1. Полярно-тундровая зона. Провинции: 1.1. Европейская 1.2. Северосибирская 1.3. Восточносибирская 1.4. Чукотско-Анадырская	4. Южнотаежная зона Провинции: 4.1. Среднерусская 4.2. Западносибирская 4.3. Среднесибирская 4.4. Дальневосточно-Сахалинская 4.5. Дальневосточно-Амуро-Уссурийская
2. Лесотундрово-северотаежная зона Провинции: 2.1. Европейская 2.2. Сибирская 2.3. Северовосточная 2.4. Камчатская	5. Лесостепная зона (северная, центральная и южная подзоны). Провинции: 5.1. Среднерусская 5.2. Предуральская 5.3. Западносибирская 5.4. Северопредалтайская 5.5. Среднесибирская
3. Среднетаежная зона Провинции: 3.1. Европейская 3.2. Западносибирская 3.3. Среднесибирская 3.4. Центральнаякутская	6. Степная зона (умеренно засушливая и засушливая подзоны). Провинции: 6.1. Предкавказская 6.2. Южнорусская 6.3. Заволжская 6.4. Западносибирская 6.5. Западнопредалтайская 6.6. Восточносибирская
	7. Сухостепная зона. Провинции: 7.1. Манычско-Донская 7.2. Заволжская 7.3. Сибирская
	8. Полупустынная.
	9. Пустынная

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЗОНА
(северо-таежная, среднетаежная, южно-таежная, лесостепная, степная, полупустынная)

ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРОВИНЦИЯ
(по континентальности климата и термическому режиму)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГРУППА
(плакорные, эрозионные, переувлажненные, солонцовые и др)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГРУППА
(по степени проявления лимитирующих факторов)

РАЗРЯДЫ I ПОРЯДКА
(местоположение по абсолютным высотам над уровнем моря)

РАЗРЯДЫ II ПОРЯДКА
(по морфогенетическим типам рельефа)

КЛАССЫ
(по генезису почвообразующих пород)

ПОДКЛАССЫ
(по гранулометрическому составу почвообразующих пород)

РОДЫ
(по мезоформам рельефа)

ПОДРОДЫ
(1 – по крутизне склонов, 2 – по экспозиции склонов)

ВИДЫ
(по элементарным почвенным структурам)

ПОДВИДЫ
(1 – по контрастности ЭПС, 2 – по сложности ЭПС)

ТИПЫ ПОЧВ

ПОДТИПЫ ПОЧВ

РОДЫ ПОЧВ

ВИДЫ ПОЧВ

РАЗНОВИДНОСТИ ПОЧВ

Рис. 8 Схема ландшафтно-экологической классификации земель

Наряду с этими факторами при идентификации агроэкологической группы земель не меньшее значение имеют характеристики, определяющие экологическую устойчивость ландшафта, его экологическую емкость. Важно

иметь в виду, что группа земель означает определенную категорию агроландшафта во всей его структурной иерархии со всеми системными связями. В этом ее принципиальное отличие от традиционной агропроизводственной группы почв, в которую объединялись однотипные, но разрозненные почвы разных ландшафтов. Разработанная применительно к конкретной агроэкологической группе земель АЛСЗ учитывает не только производительные функции агроландшафта и его элементов, но и экологические функции, их возможные изменения и последствия этих изменений. Например, система земледелия на переувлажненных землях проектируется с учетом влияния осушения на различные элементы агроландшафта и на сопряженные ландшафты в связи с возможными их обсыханием и деградацией. Система земледелия на засоленных почвах также формируется на основе бассейнового подхода с учетом ее влияния на смежные участки с точки зрения опасности их вторичного засоления и заболачивания ирригационными водами. В эродированном ландшафте при проектировании системы земледелия учитывается сопряженность его элементов, связанная с интенсивным стоком, нормируется интенсивность твердого, жидкого и геохимического стока, его влияние на почвы, поверхностные и грунтовые воды.

Чем сложнее ландшафт, тем сильнее проявляется взаимосвязь его элементов через геохимические и другие потоки. Спонтанное нарушение их часто приводит к неблагоприятным экологическим последствиям. Таковы массовые проявления вторичного гидроморфизма в лесостепной зоне вследствие перекрытия водотоков, нерационального размещения водохранилищ, плохой организации орошения, неправильного размещения лесополос и т.п.

Выделяя ту или иную агроэкологическую группу земель на основе материалов почвенно-ландшафтного картографирования, проектировщик должен определить объект формирования АЛСЗ как целостную категорию с учетом прямых и опосредованных природных связей между элементами ландшафта и предполагаемых изменений, обусловленных направленным регулированием.

Выделение агроэкологических групп земель – плакорных, эрозионных, переувлажненных, т.е. различных категорий агроландшафтов не следует воспринимать упрощенно. В пределах каждой их категории могут присутствовать различные урочища – холмы, ложбины, лощины и соответственно эрозионные, переувлажненные, солонцовые и другие элементы ландшафтов, которые требуют своих агротехнологических подходов. Иногда в качестве системообразующих могут выступать несколько факторов, например, переувлажнение, солонцеватость и засоленность, что усложняет систему земледелия. Чаще выделяются главные агроэкологические факторы среди сопутствующих, причем последние обычно сопряжены с первыми. В эрозионных ландшафтах, например, мало геохимически независимых элементов. Даже равнинные участки земель, кроме водораздельных, находятся под влиянием вышерасположенных. С усилением расчлененности территории наряду со смытыми почвами возрастает доля полугидроморфных почв ложбин, ложбинообразных понижений. При этом состояние почвенного покрова и почв низерасположенных элементов рельефа зависит от интенсивности стока с повышенных элементов. Соответственно весь агроландшафт, обязательным условием использования которого является зарегулированность и безопасность стока, входит в одну группу земель, для которой проектируется противозерозионная система земледелия. Элементы ее дифференцируют в зависимости от эрозионоопасности (крутизны, формы, длины склонов и т.п.) и других факторов – проявления гидроморфизма, солонцеватости почв и т.д.

Идентификация различных агроэкологических условий в пределах агроэкологических групп земель осуществляется на основе последующих таксонов ландшафтно-экологической классификации земель.

Рассмотрим примеры наиболее характерных агроэкологических групп земель.

Плакорные земли. Эти земли выделяются в качестве базовой категории, наиболее полно отражающей зонально-провинциальные условия. Их выделение является исходной позицией при разделении подзональной про-

винции по условиям формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Это равнинные дренированные территории с коэффициентом расчленения менее $0,5 \text{ км/км}^2$, занятые преимущественно автоморфными зональными почвами на четвертичных отложениях с ограниченным перераспределением осадков и других агроклиматических ресурсов по отношению к среднесуточным характеристикам. На таких землях, с которых начиналось сельскохозяйственное освоение территорий, сложились традиционные системы земледелия с соответствующим набором культур и агротехникой, впоследствии названной зональной.

Эрозионные земли имеют значительный удельный вес в составе сельскохозяйственных угодий. Они включают несколько агроэкологических групп земель с коэффициентом расчленения территории более $0,5 \text{ км/км}^2$ и наличием в почвенном покрове смытых почв или предрасположенных к смыву. Характеризуются перераспределением влаги вследствие поверхностного стока. С усилением стока развивается водная эрозия почвы, которая наносит ущерб земледелию. В результате потери влаги проявляются почвенные засухи, и тем сильнее, чем больше расчленен рельеф. С усилением дренированности оврагами возрастает грунтовой сток и усиливается обсыхание территории. С увеличением расчлененности территории (густоты и глубины расчленения) усложняется ее дифференциация, а отсюда и разнообразие экологических условий, требующих различного подхода к выделению и использованию земельных угодий.

С учетом степени расчлененности территории возможно выделение нескольких групп эрозионных земель, требующих разных систем земледелия. Значения показателей горизонтального расчленения территории, соответствующие определенным эрозионным группам земель, должны уточняться для различных природных зон и литолого-геоморфологических условий.

Слабоэрозионные земли – волнистые, холмисто-волнистые, увалисто-волнистые, полого-увалистые и т. п. равнины с коэффициентом расчленения

0,5...1,0 км/км² с преобладающей крутизной поверхности 1...3° и слабосмытыми почвами.

Среднеэрозионные земли – увалистые равнины с коэффициентом расчленения 1,0...2,0 км/км² (средним расстоянием между тальвегами 1,0...0,5 км), преобладающей крутизной 3...5° и среднесмытыми почвами.

Сильноэрозионные земли – увалистые равнины с коэффициентом расчленения 2,0...3,0 км/км² (средним расстоянием между тальвегами 0,5...0,33 км), преобладающей крутизной 5...8° и сильносмытыми почвами.

Очень сильноэрозионные земли – ландшафты с коэффициентом расчленения более 3,0 км/км² (средним расстоянием между тальвегами менее 0,33 км), преобладающей крутизной более 8°, сильносмытыми почвами и обнажениями почвообразующих пород.

Переувлажненные земли – довольно обширная категория, имеющая одну общую характеристику – экологическое переувлажнение, определяющее необходимость применения осушения при возделывании различных групп районированных сельскохозяйственных культур. Четкие признаки гидроморфизма почв не всегда означают неблагоприятность эколого-гидрологических условий для роста и развития культур.

Переувлажненные земли разделяются в зависимости от гидрогеологического режима, степени экологического переувлажнения и соответственно характера их использования.

На *слабопереувлажненных землях* наблюдается угнетение наиболее чувствительных к избыточному увлажнению культур в годы с превышением нормы осадков. Это слабодренированные равнины с полугидроморфными почвами. Улучшение их достигается путем выравнивания микрорельефа планировкой, применением глубокого рыхления почвы. Осушение проводится только под плодовые культуры.

Среднепереувлажненные земли требуют устройства дренажа для большинства полевых культур, а без него могут использоваться только как естественные или улучшенные сенокосы и пастбища.

Сильнопереувлажненные земли в качестве любого вида угодий осваиваются после специальных гидротехнических мелиораций.

Особую группу представляют *пойменные земли*, увлажняемые и заболоченные намывными русловыми (поверхностными) водами.

Литогенные земли формируются на древних почвообразующих породах или их дериватах. Специфика этих земель связана с неблагоприятными свойствами почвообразующих пород.

Группы литогенных земель выделяются в зависимости от генезиса почвообразующих пород и причин, определяющих неблагоприятные свойства сформированных на них почв.

Земли на древних каолиновых корках выветривания и их дериватах отличаются очень низкой емкостью обмена, пылеватостью, бесструктурностью, повышенным уплотнением почв и в конечном итоге весьма ограниченными возможностями сельскохозяйственного использования.

Земли на третичных морских монтмориллонитовых глинах характеризуются комплексом неблагоприятных свойств почв, связанных с избытком монтмориллонита (высокая набухаемость и связность, низкая водопроницаемость, глыбистость, трещиноватость).

Песчаные земли во всех зонах и супесчаные в степной и сухостепной следует относить к литогенным ввиду резко пониженной влагообеспеченности посевов из-за малой влагоемкости почв, очень низкой поглотительной способности и других неблагоприятных свойств.

Земли на элювии плотных пород имеют очень ограниченное использование вследствие щебнистости почв, маломощности мелкоземистой толщи.

Солонцовые земли включают несколько групп, в почвенном покрове которых присутствует более 10 % солонцов. Они требуют определенных мелиоративных мероприятий и различных систем использования. Разделение их на группы целесообразно производить по условиям комплексности и гидрогеологического режима. Последовательность ранжирования солонцовых земель в зависимости от сложности освоения и характера использования от-

ражает пространственно-геохимическую сопряженность ландшафтов: мелиоративное рассоление и рассолонцевание более высоких по рельефу территорий, усиливая естественные тренды этих процессов в автоморфных и полугидроморфных почвах, способствует более интенсивному засолению смежных территорий с луговыми солонцовыми комплексами. В соответствии с оценками интенсивности геохимических потоков в сопряженных ландшафтах следует разрабатывать и планировать размещение мелиоративных мероприятий и интенсивность систем земледелия.

Почвенный покров *малосолонцово-автоморфных земель* образован комплексами зональных почв с солонцами степными и лугово-степными 10...25 %. Малосолонцовые земли можно использовать в пашне в специальной системе земледелия при выборочной мелиорации пятен солонцов.

Среднесолонцово-автоморфные земли с комплексами зональных, полугидроморфных почв с участием степных и лугово-степных солонцов 25...50% ограниченно пригодны для использования в пашне на фоне мелиоративных мероприятий при подборе солонцеустойчивых полевых культур.

Солонцово-гидроморфные земли с комплексами луговых почв и солонцов (до 50 %) используются под сенокосы и пастбища.

Сильносолонцовые земли образованы комплексами солонцов (более 50 %) с зональными солонцеватыми и полугидроморфными почвами.

Солонцово-солончаковые земли представлены комплексами сильно засоленных солонцов и солончаков.

Земли овражно-балочного комплекса (ОБК) характеризуются чрезвычайно сильной расчлененностью рельефа и глубокой деградацией почвенного покрова. Границы этих земель проходят по бровкам крупных эрозионных форм (лощин, балок и т.д.). Разделение на группы осуществляется в зависимости от сложности геоморфологических условий, которая определяется типом суходольной сети (составом элементов и глубиной вреза): *лощинные, лощинно-балочные, овражно-балочные, овражные*.

Перечень агроэкологических групп земель можно продолжить (засоленные земли, мерзлотные земли и т.п.). Соответствующие им адаптивно-ландшафтные системы земледелия могут быть пространственно сплошными, рассредоточенными, локальными, оазисными (в пустыне) или очаговыми (в районах Крайнего Севера).

Далее ландшафтно-экологическая классификация земель продолжается в пределах агроэкологических групп и подгрупп земель.

Разряды I порядка выделяют по абсолютным высотам над уровнем моря с интервалами, отражающими смену экологических условий возделывания культур. В горных районах этот фактор определяет вертикальную зональность. В известной мере проявляется его влияние на водный и тепловой режимы равнин. На уровне разряда с учетом местных особенностей целесообразно выделять местоположения – очень высокие, высокие, средние, низкие, а речные террасы – верхние, вторая надпойменная, первая надпойменная, пойма.

Разряды II порядка выделяются по морфологическим типам рельефа (для равнин): плоские, волнистые, холмистые, увалистые, плоско-холмистые, волнисто-увалистые и другие комбинации.

Классы земель различаются по генезису почвообразующих пород (покровные, ледниковые, флювиогляциальные, аллювиальные, лессы, элювий коренных пород и т. д.), **подклассы** – по гранулометрическому составу.

Роды земель выделяются по мезоформам рельефа и их элементам:

- плоские положения на увалах, грядах и т. д;
- склон прямой;
- склон выпуклый;
- склон вогнутый;
- днище балки, лощины.

Подроды земель по крутизне склонов. Эти характеристики несут весьма емкую агроэкологическую нагрузку, поскольку данный фактор играет важную роль в перераспределении влаги и развитии эрозионных процессов.

Градации склонов по крутизне устанавливаются исходя из условий проявления водной эрозии с учетом местных климатических и литологических условий, определяющих ее развитие. Для большинства районов эти градации находятся в следующих пределах:

- равнинные земли с уклонами до 1° , в гумидных районах они склонны к переувлажнению в связи со слабым стоком;
- земли с очень пологими склонами $1...2^{\circ}$, выделяются в гумидных районах как наиболее благоприятные в отношении водного режима и в то же время еще не подвергающиеся активному воздействию стока и смыва; нередко требуются противоэрозионные меры;
- земли с уклонами $2...3^{\circ}$, подверженные слабой эрозии; на них вводятся противоэрозионные агротехнические мероприятия;
- земли с уклонами $3...5^{\circ}$ используются в полевых севооборотах с исключением пропашных культур и выполнением противоэрозионного агрокомплекса;
- земли с уклонами $5...7^{\circ}$ используются в почвозащитных севооборотах с многолетними травами;
- земли с уклонами $7...9^{\circ}$, подверженные сильному смыву и размыву, непригодные для возделывания полевых культур, используются в пастбищеоборотах;
- земли с уклонами $9...15^{\circ}$, пригодные для ограниченного выпаса;
- земли с уклонами $15...30^{\circ}$, не пригодные для земледелия, отводятся под лесоразведение.

Подроды земель по экспозиции склонов. Выделяются с целью идентификации территории с близкими микроклиматическими условиями:

- на равнинах;
- на теплых склонах (южные и западные экспозиции);
- на холодных склонах (северные и восточные экспозиции).

Виды земель (ЭАА) выделяются по категориям микроструктур почвенного покрова (микрокомбинациям), включающим: элементарные почвенные ареалы, комплексы, пятнистости, микромозаики и микроташеты.

Подвиды земель. Виды земель, представленные контрастными микрокомбинациями, подразделяются на подвиды по степени контрастности, которая устанавливается по принадлежности почвенных компонентов к различным категориям земель по ограничивающим факторам и способам их преодоления (подвиды 1-го порядка) и по сложности почвенного покрова, которая устанавливается по доле участия компонентов в микрокомбинациях с учетом расчлененности контуров (подвиды 2-го порядка). Почвенные компоненты комбинаций характеризуются в соответствии с классификацией почв.

Соответственно классификация земель продолжается классификацией почв как составной ее части.

3.5. Классификация почв

В России в качестве базовой принята классификация почв, разработанная Н.Н. Розовым и Е.Н. Ивановой (1967). На ее основе этими авторами были разработаны «Указания по классификации и диагностике почв» (1967), а затем с их участием подготовлено методическое руководство «Классификация и диагностика почв СССР» (1977). Эти руководства используются для почвенно-картографических, земельнооценочных и кадастровых работ в течение многих лет без переиздания. Данная классификация рассматривается как основная в учебниках почвоведения для сельскохозяйственных ВУЗов.

В последние годы она активно, хотя и неоднозначно подвергается критике за факторно-экологический подход с использованием характеристик климата, растительности, рельефа, поскольку в этом случае объектом классификации становится уже не почва как самостоятельное естественно-историческое тело, а нечто иное – ландшафт или экосистема. С этим трудно не согласиться, поскольку классификация почв должна строиться на основе почвенных признаков, обусловленных перечисленными выше условиями.

Путь создания такой классификации определен в ряде работ, где она обозначена как субстантивно-генетическая (Соколов И.А., 1991; Шишов Л.Л., Соколов И.А., 1989 и др.) и основывается на строении, составе и свойствах почв, которые рассматриваются «как единство, обусловленное общностью определяющих их элементарных процессов и факторов почвообразования» (Фридланд В.М., 1979). При этом представление о генезисе почвы входит в классификацию в опосредованном виде, опираясь на генетически обусловленные ее свойства. По определению И.А. Соколова (1991) «построение классификации, в которой вся система, все таксоны несут генетический смысл, а диагностика объектов осуществляется по количественно измеренным устойчивым субстантивным признакам» позволит разрешить традиционное противоречие между принципом генетичности и принципом однозначной воспроизводимости.

Решение этой непростой задачи потребует немалых усилий. При этом следует иметь в виду, что освобождение базовой классификации почв от экологических и географических характеристик, необходимых для сельскохозяйственных целей, должно сопровождаться развитием ландшафтно-экологической классификации земель.

В последние годы в качестве альтернативы действующей базовой классификации почв предложена новая "Классификация почв России" (2004), построенная на субстантивных началах. Она представляет значительный интерес по ряду позиций, однако авторы ее ушли в противоположную крайность, форсируя вещественную формализацию критериев в ущерб процессно-эволюционному подходу. Очевидно, ориентируясь на развитие субстантивных аспектов базовой классификации, необходимо совершенствовать диагностику современных (опосредующих влияние экологических факторов) и реликтовых признаков почв, их состав, свойства, режимы, по которым воспроизводятся элементарные почвенные процессы и соответственно генетические различия почв, но не сводить к формальным характеристикам, а стало быть, к ущемлению генетического начала классификации.

В данной связи вполне правомерно замечание С.В. Зонна (1992) по поводу «опасности отхода от докучаевских принципов», в частности «выделения так называемых агроземов, отличающихся от типов и особенно подтипов почв только тем, что в них нарушены верхние горизонты агротехническими, агрохимическими и другими воздействиями».

Классификация антропогенно трансформированных почв должна отражать направленность их эволюции и соответственно последовательное преобразование на уровне видов, родов, подтипов, типов в зависимости от глубины трансформации, которая может быть очень сложной. Например, слабоосвоенные дерново-подзолистые почвы без существенного изменения их свойств целесообразно выделять на уровне вида; освоенные и окультуренные – на уровне подтипов, культурные – в качестве типа. Несмотря на достижение весьма благоприятных свойств и подавленность процессов оподзоливания и лессиважа дерново-подзолистые культурные почвы будут постепенно возвращаться в исходное или близкое к нему состояние, если прекратится соответствующее вложение производственных ресурсов.

Антропогенный ряд болотно-подзолистых почв также начинается с вида слабоосвоенных. После осушения искусственным дренажом эти почвы трансформируются в тип болотно-подзолистых осушенных, утративших признаки оглеения вследствие прекращения элювиально-глеевого процесса. Дальнейшая эволюция данных почв зависит от интенсивности их окультуривания. Соответственно по степени окультуренности тип болотно-подзолистых осушенных почв разделяется на подтипы освоенных и окультуренных, а болотно-подзолистые осушенные культурные выделяются на уровне типа. Несмотря на высокую окультуренность этих почв и подавленность элювиальных процессов, которые обычно проявляются в подпахотных горизонтах, при отводе в залежь данные почвы эволюционируют в сторону восстановления подзолистости, а при разрушении дренажных систем восстанавливаются элювиально-глеевые процессы и формируются вторично-заболоченные почвы.

Другим примером сложной антропогенной эволюции почв и отражения ее в классификации, но уже для засушливых зон, может служить иерархия солонцов, трансформированных в процессе освоения и мелиорации.

Большая часть солонцов, распаханых на обычную глубину подъема целинных земель 18...20 см, классифицирована на уровне вида слабоосвоенных. Часть их, особенно остаточные, заметно улучшаются в процессе длительного использования в пашне, другая часть солонцов с более высоким содержанием обменного натрия, особенно луговых, практически не изменяется.

Существенное улучшение степных и лугово-степных солонцов, особенно малонатриевых высококарбонатных или высокогипсовых, наблюдается в результате более глубокой вспашки (30 см и более). Такие солонцы, сохраняющие гетерогенное строение пахотного слоя, но отличающиеся пониженным содержанием обменного натрия, более глубоким залеганием солей и более благоприятными физическими свойствами, выделяются как освоенные на уровне рода. Солонцы, подвергшиеся химической мелиорации или само-мелиорации и характеризующиеся достаточно однородным пахотным горизонтом с содержанием обменного натрия менее 10 % от ЕКО, значительным рассолоением, выделяются как преобразованные на уровне подтипа. Наконец, на уровне типа выделяются глубокопреобразованные солонцы, утратившие в верхних горизонтах признаки солонцеватости.

Этот эволюционный процесс существенно ускоряется, если мелиоративные воздействия совпадают с природными процессами рассоления и рассолонцевания, характерными для большей части автоморфных солонцов в отличие от гидроморфных, характеризующихся активной физико-химической солонцеватостью, которая поддерживается влиянием засоленных грунтовых вод. Попытки их мелиорации без дренажа и промывок дают кратковременный эффект. Таким образом, классификационный термин «солонцы гидроморфные, или луговые», или «солонцы автоморфные, или степные», несут чрезвычайно емкую почвенно-режимную информацию.

В целом базовая классификация почв должна быть синтетической, использующей лучшие достижения развиваемых направлений в России и за рубежом. Сведение ее к отдельным подходам едва ли перспективно. Понимая недостаточность факторно-генетического и эволюционно-генетического направлений, не обеспечивающих детальность отображения разнообразия почв и четкость диагностики, нельзя недооценивать интерпретационного подхода для раскрытия генезиса почв, идентификации процессов почвообразования, их регулирования и прогноза по мере развития науки. В то же время опасно чрезмерное увлечение «субстантивной» составляющей классификации, возведения характеристик профиля в ранг «самодостаточных» критериев классификации, что неизбежно привносит элемент формальности, искусственности в классификацию (Добровольский Г.В., Трофимов С.Я., 1996).

Нельзя игнорировать и эколого-географическую характеристику выделяемых таксонов почвенной классификации и историю развития почвы с ее реликтовыми признаками и современными режимами почвообразования. Очевидно, новое направление естественнонаучной классификации почв должно развиваться с учетом преодоления отмеченных недостатков.

На данном этапе следует опираться на действующую классификацию почв как базовую с изменениями и дополнениями, учитывающими новые достижения, в том числе использованные в новой классификации. В обновленном виде система таксономических единиц представлена на рисунке 9, схема классификации почв на надтиповом и типовом уровне – в таблице 19. В схему включены почвы, имеющие наибольшее значение в земледелии соответствующих зон и практике мелиорации (не показаны арктические и тундровые почвы, глееподзолистые, горные и др.).

Исходя из изложенных выше позиций, в действующую классификацию включен ряд изменений (рисунок 9) Она «привязана» к природно-сельскохозяйственным зонам, указывающим экологический адрес почвы. Классификация открывается стволами по соотношению процессов педо- и литогенеза, а затем генетическими рядами почв по режиму увлажнения. Вме-

сто био-физико-химических групп из новой классификации заимствованы отделы (по единству основных процессов почвообразования, формирующих главные черты почвенного профиля). Введением отделов текстурно-дифференцированных и альфегумусовых почв упорядочено разделение таежно-лесных почв. В рамках этих отделов «узаконено», наконец, введение самостоятельных типов подзолистых, дерново-подзолистых почв, и соответственно, подзолов и дерново-подзолов. В степной и сухостепной зонах в отделах аккумулятивно-гумусовых и аккумулятивно-карбонатных почв выделены соответственно типы степных и сухостепных литогенных песчаных и супесчаных почв и литогенных почв на древних породах (каолиновых корах, выходах монтмориллонитовых глин и их дериватах).

Антропогенно измененные почвы показаны на разных таксономических уровнях в зависимости от степени и характера преобразованности в соответствующих эволюционных рядах окультуривания и деградации. В остальном систематика и номенклатура сохранены. Это относится также и к фациальным подтипам почв. При всем несовершенстве их идентификации, преимущественно факторной (температурный режим почвы), их выделение имеет важное практическое значение. Эта часть классификации почв требует совершенствования в плане разработки почвенных признаков, обусловленных теримическими условиями.

Таким образом, предлагаемая агроэкологическая классификация почв представляет компиляцию рассмотренных выше классификаций на основе действующей классификации 1977 года. В ней приводятся в основном почвы имеющие значение в земледелии.

ОБЩАЯ СХЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ РОССИИ

ЗОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ

таежно-лесные, лесостепные, степные, сухостепные, полупустынные и др.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОДГРУППЫ

очень холодные, холодные, умеренные, умеренно теплые, теплые, очень теплые; мерзлотные, длительно промерзающие, промерзающие, кратковременно промерзающие, периодически промерзающие, непромерзающие

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЯДЫ ПО РЕЖИМУ УВЛАЖНЕНИЯ

автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные

ОТДЕЛЫ

текстурно-дифференцированные, альфегумусовые, аккумулятивно-гумусовые, аккумулятивно-карбонатные, малогумусовые аккумулятивно-карбонатные, метаморфические, феррисиаллитные, дерновые органо-аккумулятивные, органогенные, щелочные глинисто дифференцированные, галоморфные, аллювиальные, вулканические, антропогенно-аккумулятивные

СЕМЕЙСТВА

в зависимости от особенностей литологии, резко влияющих на почвообразование, выраженных на уровне общих для всего профиля генетических признаков

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ

по проявлению основного процесса почвообразования, выраженного в строении профиля, характеризующегося единой системой основных диагностических горизонтов

ПОДТИПЫ

по проявлению основного и налагающегося процессов почвообразования в связи с подзональной сменой условий, выраженных в модификациях генетических горизонтов

РОДЫ

по влиянию местных условий, выраженных на уровне признаков отдельных генетических горизонтов

ВИДЫ

по степени развития почвообразовательных процессов

РАЗНОВИДНОСТИ

по гранулометрическому составу

РАЗРЯДЫ

по генетическим свойствам почвообразующих пород

Рис. 9

19. Схема классификации почв на надтиповом и типовом уровнях (названия Отделов, Семейств и Типов почв даны соответствующим шрифтом).

П О С Т Л И Т О Г Е Н Н Ы Е и О Р Г А Н О Г Е Н Н Ы Е П О Ч В Ы			
Зональные экологические группы	Ряды почв по режиму увлажнения		
1	2	3	4
ТАЕЖНО-ЛЕСНЫЕ	Автоморфные	Полугидроморфные	Гидроморфные
	Текстурно-дифференцированные		Торфяные
	Подзолистые	Болотно-подзолистые	Торфяные верховые
	Дерново-подзолистые	Болотно-подзолистые осушенные	Торфяные верховые мелиорированные
	Дерново-подзолистые культурные	Болотно-подзолистые осушенные культурные	Торфяные низинные
	Дерново-подзолистые сильносмытые		Торфяные низинные мелиорированные
	Альфегумусовые		Торфяные деградированные
	Подбуры	Подбуры глеевые	
	Подзолистые альфегумусовые (подзоны)	Дерновые альфегумусовые глеевые	
	Дерново-подзолистые альфегумусовые	Болотно-подзолистые альфегумусовые	
		Болотно-подзолистые альфегумусовые осушенные	
	Дерновые органо-аккумулятивные		
	Дерново-карбонатные	Дерново-глеевые	
	Дерновые литогенные	Дерново-глеевые мелиорированные	
БУРОЗЕМНО-ЛЕСНЫЕ	Метаморфические		
	Бурые лесные (буроземы)	Бурые лесные глеевые	
	Подзолисто-бурые лесные	Подзолисто-бурые лесные глеевые	
	Бурые лесные культурные		
	Бурые лесные сильносмытые		
ЛЕСОСТЕПНЫЕ	Текстурно-дифференцированные		
	Серые лесные	Серые лесные глеевые	
	Серые лесные сильносмытые	Серые лесные глеевые осушенные	
	Аккумулятивно-гумусовые		
	<u>Аккумулятивно-гумусовые (собственно):</u>	Лугово-черноземные	Лугово-болотные
	Черноземы глинисто-иллювиальные		Черноземно-луговые
	Черноземы		Черноземы вторично-гидроморфные
	Черноземы сильносмытые		
	Щелочно-глинисто-дифференцированные		
	Солонцы черноземные	Солонцы лугово-черноземные	Солонцы черноземно-луговые
			Солоди

1	2	3	4
СТЕПНЫЕ	<p><u>Аккумулятивно-гумусовые (собственно):</u> Черноземы Черноземы слитые постирригационные Черноземы сильносмытые</p> <p><u>Аккумулятивно-гумусовые литогенные:</u> Степные литогенные песчаные и супесчаные Степные литогенные на каолиновых, монтморил- лонитовых глинах и др..</p>	<p>Аккумулятивно-гумусовые Лугово-черноземные</p>	<p>Лугово-болотные Черноземно-луговые Черноземы вторично-гидроморфные</p>
	<p>Щелочно-глинисто-дифференцированные</p> <p>Солонцы черноземные Солонцы черноземные глубокопреобразованные</p>	<p>Солонцы лугово-черноземные</p>	<p>Солонцы черноземно-луговые Солоди</p>
		<p>Галоморфные</p>	<p>Солончаки гидроморфные</p>
СУХОСТЕПНЫЕ	<p><u>Аккумулятивно-карбонатные (собственно):</u> Каштановые Каштановые постирригационные слитые Каштановые сильноэродированные</p> <p><u>Аккумулятивно-карбонатные литогенные:</u> Степные литогенные песчаные и супесчаные Степные литогенные на каолиновых, монтморил- лонитовых глинах и др.</p>	<p>Аккумулятивно-карбонатные Лугово-каштановые</p>	<p>Каштаново-луговые Каштановые вторично- гидроморфные</p>
	<p>Щелочно-глинисто-дифференцированные</p> <p>Солонцы каштановые Солонцы каштановые глубокопреобразованные</p>	<p>Солонцы лугово-каштановые</p>	<p>Солонцы каштановые-луговые Солоди</p>
	<p>Галоморфные</p>		<p>Солончаки гидроморфные</p>
ПОЛУПУСТЫННЫЕ	<p>Солончаки автоморфные</p> <p>Малогумусовые аккумулятивно-карбонатные</p> <p>Бурые полупустынные Бурые полупустынные орошаемые</p>	<p>Лугово-бурые полупустынные</p>	<p>Солончаки гидроморфные</p> <p>Луговые Бурые полупустынные орошаемые гидроморфные</p>
	<p>Щелочно-глинисто-дифференцированные</p> <p>Солонцы полупустынные</p>	<p>Солонцы лугово-пустынные</p>	
	<p>Галоморфные</p>		<p>Солончаки гидроморфные</p>

1	2	3	4
ПОЛУПУСТЫННЫЕ СУБТРОПИЧЕСКИЕ	Сероземы	Малогумусовые аккумулятивно-карбонатные	Луговые полупустынные
ПУСТЫННЫЕ	Сероземы ирригационные	Лугово-сероземные	
	Серо-бурые пустынные	Лугово-пустынные	Луговые пустынные
	Серо-бурые орошаемые	Такыры	
	Такыровидные пустынные	Лугово-пустынные орошаемые	
	Такыровидные орошаемые		
КУСТАРНИКОВО- СТЕПНЫЕ	Серо-коричневые	Метаморфические	Луговые
КСЕРОФИТНО-ЛЕСНЫЕ	Коричневые	Лугово-серо-коричневые	Луговые
ВЛАЖНО-ЛЕСНЫЕ		Лугово-коричневые	
		Ферриалитные	
	Желтоземы	Желтоземы глеевые	
	Красноземы		
	Текстурно-дифференцированные		
	Желтоземно-подзолистые	Подзолисто-желтоземные-глеевые	
С И Н Л И Т О Г Е Н Н Ы Е П О Ч В Ы			
	Автоморфные	Ряды почв по режиму увлажнения	Гидроморфные
		Полугидроморфные	
		Аллювиальные	
Аллювиальные дерновые кислые		Аллювиальные луговые кислые	Аллювиальные лугово-болотные
Аллювиальные дерновые насыщенные		Аллювиальные луговые насыщенные	Аллювиальные болотные иловато-перегонно-глеевые
Аллювиальные дерново-опустынивающиеся карбонатные		Аллювиальные луговые карбонатные	Аллювиальные болотные иловато-торфяные
	Вулканические		
Вулканические пепловые слоистые		Вулканические торфяно-охристые	
Вулканические охристые		Вулканические торфяно-подзолисто-охристые	
Вулканические охристо-подзолистые			
		Антропогенно-аккумулятивные	
Ирригационно-аккумулятивные		Ирригационно-аккумулятивные глеевые	
Ирригационно-аккумулятивные слитые			

3.6. Группировка агроэкологических видов земель

Совокупность агроэкологических факторов, раскрытая рассмотренной классификацией в системе ландшафта, далее должна быть ранжирована с точки зрения лимитирующего влияния на возделывание сельскохозяйственных культур и возможностей их преодоления. С этих позиций они разделяются на четыре группы: управляемые, регулируемые, ограниченно регулируемые и нерегулируемые.

К числу управляемых относится обеспеченность почв элементами минерального питания; регулируемых – реакция среды (рН), окислительно-восстановительное состояние, содержание обменного натрия, засоленность, мощность пахотного слоя; ограниченно регулируемых – неоднородность почвенного покрова, связанная с микрорельефом, сложение и структурное состояние почвы, водный режим, тепловой режим, содержание гумуса; нерегулируемых – гранулометрический и минералогический состав почв, глубина залегания коренных пород, рельеф, погодные условия.

По мере усложнения этих факторов уменьшаются возможности устранения или смягчения их влияния, все более сложными становятся средства преодоления соответствующих ограничений. Одновременно усиливается роль адаптационных мер (подбор сортов, приспособительная агротехника с учетом рельефа, климата, литологии), организация территории и т. д. до тех пор, пока ограничения со стороны нерегулируемых природных факторов становятся непреодолимыми.

В соответствии с характером природных ограничений пригодности земель для возделывания конкретных культур или групп культур и характером мероприятий по их преодолению или адаптации агроэкологические виды земель ранжируются по шести категориям.

I категория. Земли, пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур без особых ограничений, за исключением управляемых факторов, которые оптимизируются с помощью удобрений и обычных агротехнических мероприятий. Это достаточно однородные контуры черноземных, лу-

гово-черноземных, дерновых, окультуренных дерново-подзолистых и других благополучных почв.

II категория. Земли, пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур с ограничениями, которые могут быть преодолены простыми агротехническими, мелиоративными и противоэрозионными мероприятиями. Они подразделяются на подкатегории «а» и «б»

II-а) С ограничениями, преодолеваемыми с помощью простых агротехнических и культуртехнических мероприятий. Это равнинные ландшафты, не подверженные процессам эрозии и дефляции. В числе ограничивающих факторов преобладают регулируемые (повышенная кислотность, повышенное содержание обменного натрия, умеренная засоленность, недостаточная мощность горизонта Апах., и др.). В числе ограниченно регулируемых факторов могут иметь место умеренная комплексность почвенного покрова, обусловленная микрорельефом, кратковременное переувлажнение, пониженное содержание гумуса. Из нерегулируемых факторов возможно присутствие не контрастных комбинаций, обусловленных различной литологией почвообразующих пород.

II-б) С ограничениями, преодолеваемыми с помощью агротехнических мелиораций и противоэрозионных (противодефляционных) агротехнических мероприятий. В данную подкатеорию входят земли, которые помимо ограничений, характерных для предыдущих земель, отличаются еще и склонностью к проявлению эрозионных процессов. Они располагаются в эрозионном рельефе умеренной сложности. Преодоление эрозионных процессов здесь может достигаться с помощью обработки почвы поперек склона; щелевания; безотвальной системы обработки почвы с сохранением на поверхности пожнивных остатков, оставлением соломы; полосного размещения культур, паров и многолетних трав и других агротехнических мероприятий при соответствующей противоэрозионной организации территории.

III категория. Земли, пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур с ограничениями, которые могут быть преодолены средне-

затратными гидротехническими, химическими, лесными, комплексными мелиорациями. Они делятся на три подкатегории.

III-а) Переувлажненные земли, которые могут быть улучшены путем осушения с помощью относительно простых дренажных устройств.

III-б) Земли, требующие затратных агротехнических, химических, комбинированных мелиораций. Это солонцовые и другие почвы с плотными горизонтами в различных комплексах. Могут быть улучшены мелиоративными обработками (плантажными, ярусными и др.), сплошной химической или комбинированной мелиорацией (гипсование на фоне плантажа и пр.).

III-в) Земли, интенсивное использование которых возможно на фоне противозерозионных гидротехнических и лесомелиоративных мероприятий при контурной организации территории. Эти земли расположены в сложных эрозионных ландшафтах и используются в контурно-мелиоративных системах земледелия.

IV категория. Земли, малопригодные для возделывания сельскохозяйственных культур вследствие неустранимых ограничений по условиям литологии почвообразующих пород, рельефа, мелиоративного состояния и весьма ограниченных возможностей адаптации. Это маломощные почвы с близким залеганием коренных пород, литогенные почвы на каолиновых корках выветривания, на третичных морских монтмориллонитовых глинах и т.д.

V категория. Земли, потенциально пригодные для возделывания сельскохозяйственных культур после сложных гидротехнических мелиораций. Это болотные, сильно засоленные, аридные почвы, использование которых возможно лишь при создании сложных оросительных или осушительных систем.

VI категория. Земли, не пригодные для возделывания из-за неустранимых ограничений и незначительных возможностей адаптации.

3.7. Особенности изыскательских работ для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия

3.7.1. Принципы почвенно-ландшафтного картографирования

Рассматриваемый подход к агроэкологической оценке земель и проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия может быть реализован лишь на основе картографических материалов, отражающих ландшафтную дифференциацию условий, которые учитываются при формировании систем земледелия. Рассматриваемая система землеоценки значительно отличается от традиционной, практиковавшейся при разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства. Соответственно требуют иного подхода принципы и методика составления картографических материалов. Основой их до настоящего времени служат агропроизводственные группировки почв, которые разрабатывались по материалам крупномасштабных почвенных карт. Существенные их недостатки: в большинстве случаев крайне слабое отражение структуры почвенного покрова, недостаточное отражение рельефа, литологических и гидрогеологических условий. Практически не учитывались почвенно-ландшафтные связи.

В соответствии с требованиями АЛСЗ все эти категории должны быть идентифицированы в процессе почвенно-ландшафтного картографирования и отражены в картографических материалах. Кроме того, иерархический принцип выделения земельных категорий (вид, тип, группа земель) требуют отражения структуры ландшафта и внутриландшафтных связей. В отличие от агропроизводственных групп – не связанных между собой участков почв, – агроэкологические группы земель представляют собой общности видов земель, пространственно характеризующиеся как геосистемы, функционирующие в единой цепи миграции вещества и энергии.

Важнейшей составляющей ландшафтного анализа, а следовательно, и картографирования территории, является геохимическая характеристика элементарных ландшафтов. Соответственно необходима система показате-

лей, характеризующих направленность, интенсивность и масштабы геохимических процессов в различных ландшафтах и их элементах (характер и скорость миграции веществ в почве и за ее пределы, особенно аккумуляция на геохимических барьерах). Такие динамические показатели могут быть получены только на основе идентификации геохимических потоков и функциональных связей в ландшафтах. К сожалению, эти исследования развиваются крайне медленно.

Особую роль в картографировании играют геоморфологические и литологические условия – не только как факторы дифференциации и индикации почвенного покрова, но и как самостоятельные факторы земледелия. Сложился определенный опыт агрономической оценки этих условий. Однако необходима разработка более адекватных агрономическим требованиям классификаций рельефа и почвообразующих пород, оценки горизонтальной и вертикальной расчлененности территории. Нужна методика, которая позволяла бы идентифицировать условия рельефа и литологии с позиций агроэкологических требований сельскохозяйственных культур.

Требуется восполнения традиционный недостаток землеоценочной основы – слабое отражение гидрогеологических условий, в особенности вторичного гидроморфизма.

Значительно более емкая и основательная информационная база сложилась по характеристике агроклиматических условий, в том числе микроклимата, связанного с рельефом. Каждый элемент агроландшафта может быть охарактеризован по основным агроклиматическим параметрам в том или ином приближении.

Базовой составляющей картографирования является показ структуры почвенного покрова, т. е. пространственного размещения почв, связанного с литолого-геоморфологическими условиями. Теория СПП, развитая В.М. Фридландом и получившая широкий резонанс в теоретическом почвоведении, гораздо медленнее адаптируется к решению агрономических задач. Из-за недооценки этой проблемы структура почвенного покрова во многих слу-

чаях слабо отражена на крупномасштабных почвенных картах, особенно в таежно-лесной зоне. Это означает весьма неадекватное в агроэкологическом отношении отражение почвенных условий, особенно на слабодренированных равнинах с различным участием в структурах почвенного покрова глееватых и глеевых компонентов, а также в моренно-водно-ледниковых эрозионных ландшафтах с участием почвенных мозаик. Опыт почвенно-ландшафтного картографирования показывает, что подавляющее большинство почвенных контуров представлено различными комбинациями (комплексами, пятнистостями, мозаиками, ташетами), среди которых довольно велика доля контрастных (особенно комплексов). Требуется значительное усиление исследовательских работ в данном направлении, особенно в отношении диагностики и идентификации СПП, методов оценки их контрастности и сложности, разработки их классификации.

Особое значение в земледелии как элемент устойчивости ландшафта (особенно при повышении уровня интенсификации производства) имеют «микрозаповедники» и «микрозаказники» – места обитания полезной энтомофауны, птиц и других животных. Поэтому идентификация фауны ландшафтов должна стать одним из параметров картографирования земель. Разработаны методы такого рода обследований в отношении вредителей сельскохозяйственных культур, плодовых и лесных насаждений, но в основном они рассчитаны на применение в пределах участков прямого целевого использования (на посевах, в садах и т. д.). Требуется адаптация этих методик к картографированию ландшафтов и их структурных элементов, а также разработка методов учета популяций полезных птиц, энтомофагов и т. д. Важной составляющей этой работы является отображение фитосанитарной ситуации и в особенности природных предпосылок развития вредных организмов.

Таким образом, первичная картографическая основа для агроэкологической оценки земель и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия должна содержать информацию о почвах и структуре почвенного покрова, геоморфологических, литологических, гидрогеологических, микро-

климатических и геохимических условиях ландшафтов и их элементов, а также характеристику флоры и фауны.

Переход от картографирования почв к картографированию земель, качественное изменение содержания карт, увеличение их информационной насыщенности обуславливает и смену названия соответствующих карт с «почвенных» на «почвенно-ландшафтные».

Почвенно-ландшафтная карта должна иметь отчетливую агроэкологическую направленность, отражая все агроэкологически значимые характеристики.

В качестве первичной структурной землеоценочной единицы рассматривается элементарный ареал агроландшафта.

Почвенно-ландшафтные карты должны составляться в масштабе 1 : 10 000 или 1 : 25 000 с показом элементарных ареалов агроландшафта и сопровождаться данными по агроэкологической оценке каждого ЭАА. Легенда составляется на базе агроэкологической классификации земель. При составлении почвенно-ландшафтной карты используются: топографическая карта масштаба 1 : 10 000 (1 : 25 000), аэрофотоснимки, космические снимки, материалы почвенных крупномасштабных обследований Росземпроекта, землеустроительные планы, фондовые материалы (почвенно-мелиоративные, геологические, гидрологические), материалы дополнительных полевых изысканий. На основании их анализа определяется конкретная программа дополнительных полевых исследований.

В большинстве случаев, особенно для хозяйств таежно-лесной зоны, необходимо проведение дополнительных работ по идентификации структур почвенного покрова. Корректировка и расшифровка контуров проводится по аэрофотоснимкам и космическим снимкам, а также в процессе дополнительных полевых изысканий.

Степень детализации почвенно-ландшафтных карт должна отвечать фактической дифференциации агроэкологических условий.

3.7.2. Требования к содержанию почвенно-ландшафтных карт

Отличие рассматриваемой методики от традиционной заключается в следующем. При почвенном картографировании сетка контуров (графическая часть карты) опирается на достоверные точки почвенных выработок, и образована почвенными границами. Сетка контуров почвенно-ландшафтной карты образована ландшафтными границами, представлена достоверно выявленными ЭАА, подтвержденными почвенными выработками и отображенными как геосистемы низшего уровня, из которых состоит геосистема более высокого уровня – агроландшафт.

Объектами картографирования являются низшие единицы агроландшафта – элементарные ареалы агроландшафта в их структурно-функциональной иерархии. Они характеризуются определенной структурой почвенного покрова (ЭПА или ЭПС), приуроченностью к элементу мезорельефа, типом микрорельефа, почвообразующими породами, элементарным геохимическим ландшафтом, геохимическими барьерами, микроклиматом, биоценозом. Размеры ЭАА обычно соизмеримы с размерами элементов мезорельефа или формами микрорельефа.

Каждый неоднородный в почвенном отношении контур должен быть охарактеризован составом и долевым участием компонентов. Название ЭПС в легенде почвенно-ландшафтной карты отражает причины неоднородности. На карте неоднородный контур обозначается буквенным индексом, составленным из принятых индексов компонентов почвенного покрова.

Относительное участие каждого компонента выражают в процентах площади распространения, придерживаясь следующих градаций: для мало- и среднеконтрастных комбинаций – до 10 %, 10...25 (30) %, 25(30)...50 %; для сильноконтрастных комбинаций (например, солонцовых комплексов) – до 5 %, 5..10 %, 10...25(30) %, 25(30)...50 %. Долевое участие компонентов устанавливается на ключевых участках с использованием аэрофотоснимков и космических снимков.

20. Требования к содержанию крупномасштабных почвенно-ландшафтных карт (1 : 10 000) на примере южно-таежно-лесной зоны

Показатель		Требования к отражению
Объект		ЭАА
Минимальный контур		0,25 га (при меньших размерах – внесмасштабные знаки с локализацией в пределах контура) на бумажных картах
Элементы содержания карты	Почвенный покров	Обозначение почв на уровне разрядов Число компонентов ЭПС 2...3 (в исключительных случаях 4) Градации соотношения компонентов почвенного покрова: среднеконтрастных – до 10 %, 10...25(30) %, 25(30)...50 %; сильноконтрастных – до 5 %, 5...10 %, 10...25(30) %, 25(30)...50 %
	Литология	Характеристика до глубины не менее 2 м Генетический тип почвообразующих пород Гранулометрический состав пород Химические особенности пород (карбонатность, засоленность)
	Рельеф	Элемент рельефа Крутизна склона Форма водосбора (прямая, рассеивающая, собирающая, волнистая) Форма профиля (прямая, выпуклая, вогнутая, ступенчатая) Тип микрорельефа (по происхождению и морфологии)
	Гидрогеология	Тип водного питания Уровень грунтовых вод
Элементы базы данных, не показываемые на карте	Геохимия	Вид элементарного геохимического ландшафта Геохимические барьеры Направление миграции
	Микроклимат	Относительная теплообеспеченность Относительное увлажнение Заморозкоопасность Скорость снеготаяния Средняя высота снежного покрова Ветроударность
	Флора и фауна	Вид угодья Биоценоз Растительная ассоциация Проективное покрытие Бонитет (для лесных насаждений) Возраст Виды и численность вредных организмов Засоренность Виды и численность полезных организмов
	Почвы	Агрохимические показатели Физические свойства
	Литология	Водопроницаемость
	Гидрогеология	Локализация верховодки
		Динамика верховодки Глубина капиллярной каймы

При недостатке материалов для количественной характеристики долевого участия компонентов слабоконтрастных ПК допускается показ их последова-

тельности (без %), начиная с преобладающего компонента. Ориентировочное соотношение компонентов для них может быть указано в легенде.

Подробность отображения компонентов почвенного покрова зависит от степени их контрастности по отношению к фоновым почвам. Глееватые, глеевые, сильно- и среднеэродированные, засоленные, солонцеватые и другие почвы, с которыми связаны лимитирующие факторы, должны быть отражены на карте с наибольшей детальностью, вплоть до показа отдельных ЭПА, площадь которых на карте менее $0,25 \text{ см}^2$ (внемасштабными знаками с точной локализацией их положения).

Показ геоморфологических условий зависит от вида картографической основы. При использовании в качестве таковой топографических карт с горизонталями рельеф на ПЛК изображается рисунком самих горизонталей. В контур с горизонталями могут быть введены условные знаки, отражающие принадлежность к определенной форме или элементу рельефа (ложбине, верхней, средней или нижней части склона, делювиальному шлейфу, речной террасе и т. д.), а также экспозицию (теплую, холодную), если это не перегружает карту. Условным значком обозначается тип и выраженность микро-рельефа. Система условных обозначений рельефа устанавливается исходя из рабочих группировок мезо- и микрорельефа. В легенде обязательно отражаются элементы рельефа, уклон, форма и экспозиция поверхности.

Характеристика почвообразующих и подстилающих пород дается до глубины не менее 2 м. Частично информация входит в почвенно-литологический индекс контура (тип и гранулометрический состав пород, каменистость, многочленность с указанием глубины смены литологических слоев). Остальные характеристики (химические особенности, водопроницаемость) отражаются только в легенде.

Гидрогеологические условия частично отображаются в почвенных индексах, как и на традиционных почвенных картах, подробности – в легенде и сопровождающих материалах.

Растительность на ПЛК контурно и в легенде отображается условными знаками угодий; подробности разъясняются в легенде и сопровождающих материалах.

Фаунистические комплексы отображаются на карте условными знаками. В легенде выделение самостоятельных категорий, соответствующих этим комплексам, нецелесообразно, поскольку они соответствуют определенной растительности и могут быть показаны совместно с ней.

Тип элементарного геохимического ландшафта определяется исходя из положения ЭАА в структуре ландшафта, особенностей почвенного покрова, рельефа, литологии и растительности, т. е. по сути представляет собой интерпретацию данных о других компонентах ландшафта. Более подробная характеристика геохимических условий (геохимические барьеры, интенсивность миграции и аккумуляции) дается на основе геохимических карт, которые составляются в случае необходимости (мелиоративные работы, высокий уровень интенсификации земледелия).

Методика полевых и камеральных работ представлена в методическом руководстве (Агроэкологическая оценка земель, 2005).

3.7.3. Использование ГИС-технологий при почвенно-ландшафтном картографировании земель и обобщению материалов их агроэкологической оценки

Применительно к задачам почвенно-ландшафтного картографирования геоинформационная система (ГИС) представляет собой программно-аппаратный комплекс, основой которого являются цифровые карты с привязанными к ним базами данных.

ГИС состоит из 2 больших блоков: электронные карты с базами данных и средства обеспечения функционирования ГИС. Последние разделяются на аппаратные (компьютеры, локальные сети, мониторы, принтеры, плоттеры, сканеры, GPS-системы и т.п.), программные (программы для построения

ГИС – MapInfo, ArcView, ArcInfo, Ergas Imaging, Panorama и др.) и человеческие (операторы, создающие и поддерживающие ГИС).

Применение ГИС для агроэкологической оценки земель позволяет перевести на новую качественную основу решение этой сложной проблемы, особенно при проектировании интенсивных систем земледелия и агротехнологий, не говоря уже о высоких агротехнологиях и адаптивно-ландшафтных системах земледелия высокой точности. Создание землеоценочной основы для точных систем земледелия практически невозможно без ГИС-технологий.

Важнейшие достоинства ГИС:

- легкость обработки больших объемов информации. (ГИС представляет широкие возможности по комбинации, сортировке, выборке данных; легко рассчитываются площади и параметры контуров);
- большая наглядность представления информации, достигаемая созданием большого числа тематических карт;
- возможность автоматизации процесса создания карт;
- легкость внесения изменений, возможность создания систем автоматического внесения изменений в базу данных;
- возможность широкого использования информации, поступающей от средств дистанционного зондирования Земли (авиационных и космических);
- большая точность карт, особенно при использовании систем глобального позиционирования (GPS);
- возможность создания диалоговых справочно-консультативных систем;
- удобство хранения, копирования, воспроизводства информации на любых носителях, более высокая надежность хранения информации.

Использование ГИС-технологий при почвенно-ландшафтном картографировании связано прежде всего с оцифровкой картографического материала. Используется несколько методик оцифровки, в зависимости от имею-

щегося оборудования, программного обеспечения и квалификации персонала. Общей позицией является сканирование топографической основы и присвоение координат получившемуся растровому изображению. Выбор координатной системы зависит от топографической основы. Если на основе имеется координатная сетка, проектирование ведут в координатной системе топографической основы, при использовании GPS-систем применяют значения, полученные с помощью GPS-приемников.

Далее создается электронная геоморфологическая карта. Существует несколько вариантов ее создания: оцифровка топографической основы с получением трехмерной цифровой карты рельефа либо оцифровка предварительно изготовленной вручную на бумажной топографической основе карты форм и элементов рельефа. Первый вариант более точен и нагляден, в перспективе он открывает широкие возможности по автоматическому проектированию, однако он, как правило, значительно более трудоемок и предъявляет высокие требования к программно-аппаратному обеспечению и квалификации персонала. Второй вариант менее точен, но значительно проще в исполнении. Оцифровка бумажного оригинала может осуществляться также двумя способами - либо ручной отрисовкой контуров на зарегистрированной топографической основе или зарегистрированной отсканированной карте, либо автоматически с применением векторизаторов, оцифровывающих отсканированную с кальки сетку контуров. Одновременно с картой форм и элементов рельефа оцифровывается полученная в результате проведенного картирования почвенная карта, а также на базе плана внутрихозяйственного землеустройства создаются электронные карты существующих полей севооборота, границ хозяйства, посторонних землепользователей, дорог, лесополос, гидрографической сети и водоемов, сенокосов и пастбищ, производственных площадей.

Результаты этой работы представляются в виде комплекса электронных карт:

- мезорельефа (с показом мезоформ рельефа, форм склонов);

- крутизны склонов;
- экспозиции склонов (теплые, холодные, нейтральные);
- микрорельефа (с показом контуров с преобладанием тех или иных форм микрорельефа, имеющих агрономическое значение);
- микроклимата;
- уровня грунтовых вод, их минерализации и состава;
- почвообразующих и подстилающих пород;
- микроструктур почвенного покрова;
- содержания гумуса в почве;
- обеспеченности подвижными формами элементов минерального питания растений и микроэлементами;
- значения pH почв;
- физических свойств почв;
- загрязнения тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсикантами;
- эродированности почв, подверженности эрозии и другим видам физической деградации (оползней, селей и др);
- переувлажнения и заболоченности почв, в том числе вторичного гидроморфизма, подтопления, мочарообразования и др.
- засоленности почв (типов и степени засоления);
- солонцеватости почв;
- растительного покрова с оценкой состояния естественных кормовых угодий;
- лесной растительности с оценкой состояния природных лесов и лесных насаждений;
- распределения полезных видов животных, птиц, полезных энтомофагов, оценкой их территориального влияния;
- фитосанитарного состояния посевов; и других.

Количество электронных тематических карт-слоев зависит от сложности ландшафтно-экологических условий и уровня интенсификации производства.

Каждая электронная карта имеет базу данных, содержащую соответствующую тематике карты информацию по каждому контуру. Например, база данных электронной карты микроструктур почвенного покрова может содержать следующую информацию: номер контура; индекс почвенной комбинации; полное название почвенной комбинации; соотношение почв в СПП, степень сложности и контрастности, положение в геохимическом ландшафте, геохимические барьеры, агроэкологические параметры почв.

Все электронные карты имеют единую систему координат, привязанную к отсканированной топографической основе масштаба 1:10000.

Путем взаимного наложения тематических электронных карт-слоев формируется комплексная карта агроэкологических групп и видов земель, то есть элементарных ареалов агроландшафта.

Сначала выделяют группы земель по условиям рельефа, накладывая на почвенную карту карту распределения склонов по уклонам; затем накладывают карты переувлажненных и солонцовых земель, выделяя группы по степени переувлажнения и степени развития солонцового процесса. Аналогично могут выделяться группы засоленных, литогенных и других земель. Далее, используя карты эродированных, переувлажненных, солонцеватых земель, карты распределения склонов по формам и экспозициям, карту развития форм микрорельефа, внутри агроэкологической группы выделяют виды земель. К отрисованной карте агроэкологических групп и видов земель привязывается база данных.

Эта карта сопровождается пояснительной запиской, в которой помимо разъяснительных комментариев, дается анализ современного использования земель и экологических последствий. При этом особое внимание уделяется идентификации очагов деградации: оврагообразования, депрессии пастбищ, различных проявлений вторичного гидроморфизма и засоления почв, ополз-

ней, карстов, селей, загрязнения токсичными веществами, отходами производства и быта, промышленного нарушения почвенного покрова и т.д. Дается оценка состояния гидрографической сети, хозяйственных водоемов, заиления рек и озер, загрязнения поверхностных и грунтовых вод, характеристика поверхностного и грунтового стока. Эта оценка сопровождается анализом причин деградации и загрязнения ландшафтов, влияния хозяйственного использования земель на состояние водных источников. Указываются источники загрязнения земель и вод. Анализируют влияние осушительных и оросительных мелиораций на состояние мелиорируемых земель и смежных ландшафтов. Дается характеристика лесистости, состояния лесных насаждений, их влияния на посевы с точки зрения микроклимата, фитосанитарных условий, урожайности в связи с различным их состоянием. Дается анализ состояния естественных кормовых угодий в связи с их использованием. Характеризуются переложные, залежные участки земель, выявляется состояние водохранных зон, прибрежных полос.

Карта агроэкологических групп и видов земель с базой данных и пояснительной запиской является основным заключительным документом изыскательских работ. В ней содержится вся необходимая информация для принятия проектных решений по размещению сельскохозяйственных культур, дифференциации технологий их возделывания при различных уровнях интенсификации производства, оптимальной организации территории с учетом ландшафтных связей, то есть формирования систем земледелия. Эта информация необходима и достаточна также для проектирования животноводства, решения социально-экологических задач, то есть для разработки проекта внутрихозяйственного землеустройства (проекта сельскохозяйственного производства).

Применение ГИС-технологий для агроэкологической оценки земель и почвенно-ландшафтного картографирования требует соответствующего базового и аппаратного обеспечения. Из существующего разнообразия программного обеспечения ГИС выделяются 2 пакета, имеющие наиболее широ-

кое распространение как в России, так и в мире. Это пакеты ArcInfo (и его сильно облегченная версия Arc View) и MapInfo. В настоящее время представляется более предпочтительным использование программы MapInfo, отличающейся большими возможностями по созданию различных ГИС, относительно невысокой стоимостью, удачной русификацией, совместимостью с другими распространенными программами ГИС и всеми распространенными версиями операционной системы Windows, широкой поддержкой и частым выходом новых версий. Необходимо отметить, что в России MapInfo во многом стала стандартом "де-факто" в области создания ГИС.

Кроме программы ГИС, необходима соответствующая операционная система (MS Windows 2000/XP Pro или другими), офисный пакет (как правило, MS Office), графический редактор (как правило, Adobe Photoshop), программа для записи дисков и антивирус. Значительно облегчают работу по оцифровке карт программы-векторизаторы (например, Easy Trace).

В заключение данной главы следует подчеркнуть, что агроэкологическая оценка и группировка земель для формирования АЛСЗ и агротехнологий является связующим звеном между агропочвоведением и земледелием. От полноты и качества землеоценочной основы зависит обоснованность и качество проектирования систем земледелия и агротехнологий. К сожалению, почвоведцами уделяется мало внимания разработке региональных и провинциальных группировок и классификаций земель, не всегда проявляется должное понимание агроэкологических требований систем земледелия. С другой стороны, агрономы вследствие слабой подготовки по почвоведению имеют весьма ограниченный кругозор по всему спектру агроэкологических условий возделывания сельскохозяйственных культур. Этим же страдают многие авторы учебников и учебных пособий по земледелию, в которых приводятся упрощенные группировки земель и рекомендации, в том числе ошибочные. В одном из них (Системы земледелия, 2006), например, приводимая для Нечерноземной зоны агроэкологическая группировка земель включает: А. Окультуренные почвы с отрегулированным водно-воздушным режимом;

Б. Глеевые плодородные почвы с неустойчивым водно-воздушным режимом;
В. Малопродуктивные почвы. В более подробной группировке земель для «лесной» зоны во второй группе земель объединены тяжелосуглинистые и глинистые почвы, «мелиорированные торфяники», песчаные почвы. Остальные 4 группы выделены по условиям эрозионноопасности.

Для лесостепной и степной зон выделены: А – подзона неустойчивого увлажнения лесостепи; Б – подзона недостаточного увлажнения лесостепи; В – подзона сухой степи. Для этих выделов предлагается группировка, включающая три категории земель по крутизне склонов.

Едва ли эти примеры требуют комментариев.

Более обстоятельно представлена агроэкологическая оценка земель в базовом учебнике по землеустройству (Волков С.Н., 2001), но она не имеет системного характера и никак не связана со структурой почвенного покрова, которая является матрицей землеоценки.

Несомненно, образовательные программы по агрономии и землеустройству, в особенности учебная литература должны быть положены на добротную агроэкологическую основу, особенно в отношении оценки земель.

Часть IV

Ландшафтное планирование и проектирование агроландшафтов

4.1. Принципы и методология ландшафтного планирования

4.1.1. Постановка проблемы

Проблема проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и в конечном итоге агроландшафтов рассматривается нами как развитие работ по формированию зональных систем земледелия в проектах внутрихозяйственного землеустройства проводившихся в 80-х годах. Эта преемственность прервалась разрушением землеустроительной службы. Возрождение такого рода службы в стране неизбежно, но уже на принципах ландшафтно-экологического подхода и новых социально-экономических, демократических принципах планирования. Именно такое планирование довольно активно развивается в мировой практике землепользования под названием «ландшафтного планирования». Инициаторами ландшафтного планирования в России выступает группа географов-ландшафтоведов-экологов Института географии РАН и Майкопского государственного технологического университета. Ими издано учебное пособие «Ландшафтное планирование» с элементами инженерной биологии (2006), в котором обобщен европейский опыт ландшафтного планирования, а так же результаты совместных исследований по этой проблеме с экологами Ганноверского университета. Эти материалы использованы при написании данного раздела. Нам представляется, что мировой опыт ландшафтного планирования, а также отечественный опыт землеустройства и других видов территориального планирования будет весьма полезным для создания системы земельного проектирования, составной частью которого должно быть проектирование агроландшафтов.

4.1.2. Ландшафтное планирование, понятие, определение, задачи

Ландшафтное планирование является частью территориального планирования. Рассмотрим связанные с ним категории.

Планирование обычно предпринимается с целью адаптации хозяйственной или другой деятельности к тем или иным условиям или их преобразованию. Прогноз развития явлений всегда содержит неопределенности. Поэтому планирование должно быть вариативным, достаточно гибким и задавать так называемые рамочные, а не жесткие схемы развития. В отличие от советского директивного планирования, в современных либеральных социально-экономических системах результат планирования, в том числе и ландшафтного, понимается не как навязанный сверху закон, а как соглашение, выполнять которое готовы все затронутые планированием стороны.

Территориальное планирование – мероприятия по подготовке решений относительно использования территории путем изучения ее возможностей и значения для различных целей.

Региональное планирование – это процесс разработки планов по управлению экономическим, социальным и политическим развитием страны с учетом специфики и интересов ее конкретных регионов. Региональное планирование осуществляется в рамках территориального планирования.

Ландшафтное планирование, по определению цитированных выше авторов, – это разработка планов использования ландшафтов для удовлетворения общественных потребностей при условии сохранения или улучшения средовоспроизводящих и ресурсовоспроизводящих способностей ландшафта.

Ландшафтное планирование, являясь составной частью системы территориального, регионального и отраслевого планирований, ориентировано на построение такой пространственной ориентации деятельности общества в конкретном ландшафте, которая обеспечивала бы устойчивое жизнеобеспечение.

Ландшафтное планирование – это коммуникативный процесс, в который вовлекаются все субъекты хозяйственной и природоохранной деятельности на территории планирования, местное население и общественные организации, и который обеспечивает выявление интересов природопользова-

телей, проблем природопользования, решение конфликтов и разработку согласованного плана действий и мероприятий.

Основные задачи ландшафтного планирования включают:

сохранение основных функций ландшафта как системы поддержания жизни;

выявление интересов природопользователей и анализ возникающих конфликтов;

- разработка плана действий и мероприятий, необходимых для разрешения конфликтов и достижения согласованных целей,
- содействие устойчивому развитию территории.

К задачам ландшафтного планирования относится поиск ответов на следующие ключевые вопросы:

- что в данном ландшафте нуждается в защите?
- что пригодно для освоения?
- каковы существующие и предполагаемые воздействия на ландшафт?
- что произойдет, если осуществляются планируемые намерения пользователей?

Для ответа на эти вопросы в ходе планирования нужно определить:

- функции конкретного ландшафта и его ресурсный потенциал,
- его чувствительность, буферную емкость, пределы устойчивости и т.п.;
- действующие и планируемые нагрузки с указанием их источников (например, характер и уровень загрязнения вод и его тенденции),
- экологические риски и возможные последствия существующих и планируемых форм использования земель и видов хозяйственной деятельности,
- противоречия между нуждами охраны ландшафта и его использования.

Ландшафтный план должен также выявлять:

- ценность земель на территории планирования в широком смысле этого слова, включая их стратегическое положение,
- соотношение между нуждами пользователей, осваивающих ресурсы конкретного ландшафта, и долгосрочными интересами общества,
- спектр требований, предъявляемых к проектам освоения данного ландшафта.

В задачи ландшафтного планирования входит также формирование:

- эффективного механизма взаимодействия, объединяющего местных жителей и пользователей, различные ведомства и политиков, принимающих решения на разных уровнях,
- предложений для включения в отраслевые (землеустроительные, водохозяйственные и др) и общие планы развития территории,
- демократической системы принятия решений и предпосылок для социально-экономической стабилизации местного сообщества.

Важными задачами ландшафтного планирования являются также:

- выделение территорий с различными потребностями и режимами охраны и формирование сети таких территорий,
- выделение территорий, пригодных для различных форм использования,
- определение желаемого состояния компонентов ландшафта и всей территории планирования, обеспечивающих высокое качество жизни людей как с экологических, так и с эстетических позиций.

В результате решения этих основных задач ландшафтного планирования должна быть разработана устойчивая пространственная организация природопользования и охраны природы на конкретной территории в соответствии с долгосрочными целями общества.

4.1.3. Ландшафтное планирование в странах Европы

Экологически ориентированное территориальное планирование в различных европейских странах имеет множество форм.

Конкретные модели ландшафтного планирования во многом определяются особенностями политической системы, проблемами окружающей среды конкретной страны, а также традициями планирования. Ландшафтное планирование в разных странах может быть включено в различные области деятельности и развиваться по-разному в городах и в сельской местности. В некоторых странах понятие ландшафт, влияющее на систему ландшафтного планирования, имеет иное содержание, чем в России. Тем не менее, по своей сути ландшафтное планирование служит общим целям и способствует насыщению отраслевых форм планирования и общего территориального планирования природоохранным содержанием.

Ниже предлагается краткий обзор особенностей ландшафтного планирования нескольких европейских стран, выбранных в качестве «моделей».

Германия. Одной из наиболее полных и развитых систем ландшафтного планирования является германская система. Во всем мире и Германии развитие системы ландшафтного планирования тесно связано с развитием идей охраны природы. В эпоху феодализма природу охраняли в Германии преимущественно на основе экономических соображений, например, создавая «заповедные леса». Когда под влиянием просвещения и романтизма получило развитие новое отношение к природе, возникло и природоохранное движение. До 1900 г. оно руководствовалось преимущественно эстетическими, этическими и социально-психологическими аргументами, основанными на человеческой потребности в красивой и нетронутой природе. Оно не давало своим стремлениям экономического обоснования.

В период с 1900 по 1935 гг. формировалась государственная политика охраны природы. В 1902 г. в Пруссии был принят закон против обезображивания местностей с выдающимися ландшафтами. К 1910 г. относится появление понятия «уход за ландшафтом». В этот период развивается концепция социально ориентированной охраны природы.

В 1934 г. была введена учебная дисциплина «организация ландшафта», сложилось понятие «планирование ухода за ландшафтом», которое в даль-

нейшем превратилось в «ландшафтное планирование». В 1959 г. состоялся первый германский конгресс по охране природы, акцентировавший внимание на необходимость внедрения природоохранных принципов в общее территориальное планирование.

На рубеже 1970-80-х гг. происходит осознание надвигающегося кризиса окружающей среды. Экологическая лексика становится обиходной в политических кругах. Некоторые федеральные земли Германии принимают новые законы об охране природы и уходе за ландшафтом. Постепенно в стране развивается реформа природоохранного законодательства. Наконец в 1976 г. новый федеральный рамочный закон об охране природы закрепляет ландшафтное планирование как обязательный планировочный инструмент. Его задачи формулируются широко – ландшафтным планированием должны охватываться все незастроенные и все застроенные площади, то есть вся территория страны. В процессе ландшафтного планирования должны учитываться как природные, так и социальные факторы, должны разрабатываться меры предупреждения и регулирования воздействий на ландшафт. Последующее десятилетие – это время повсеместного развития ландшафтного планирования, но развития неодинакового в разных федеральных землях, обладающих неодинаковыми правовыми системами и традициями. Возникают некоторые сомнения в универсальности этого планировочного инструмента. Развитие ландшафтного планирования в ГДР имело свои особенности. Формально охрана природы и уход за ландшафтом признавались государственной задачей, но на практике в территориальном планировании осуществлялись не вполне эффективно. Ландшафтным планированием там занимались преимущественно на особо охраняемых территориях и на рекреационных землях. Однако научные исследования, выполнявшиеся ландшафтными экологами и географами ГДР, подпитывали в это время идеями и результатами западную школу ландшафтных планировщиков.

В последнее время после внесения в 2002 г. поправок в федеральный закон об охране природы 1976 года. качество и значение ландшафтного пла-

нирования в Германии повышается. Его объектом становится уже не только живая природа, но вся окружающая среда. Кроме того, ландшафтное планирование получает дополнительный импульс развития в связи с законодательным закреплением процедур стратегической экологической оценки. Усиливается внимание к таким целям как устойчивое развитие и ресурсосбережение.

Нидерланды. Как одна из самых густо населенных стран Нидерланды обладают давними традициями в контроле за природой и развитием ландшафтов. Однако в планировании территорий здесь преобладают идеи изменений и конструирования, а не охраны природы.

Задачи ландшафтного планирования в Нидерландах распределены между тремя планировочными инструментами и соответствующими законами: территориальным планированием, экологически ориентированным планированием и управлением водными ресурсами. Обобщающего документа, охватывающего все аспекты экологических требований, не существует. Связь ландшафтного планирования с территориальным здесь глубже, чем в других странах. Вместе с тем, экологически ориентированное планирование в Нидерландах имеет явно выраженный отраслевой характер. Существуют, например: специальное планирование охраны видов и биотопов и планирование водного хозяйства. Что касается воздуха и климата, то они рассматриваются в планах защиты окружающей среды.

Общественность и все, чьи интересы затрагивает планирование, привлекаются к разработке планов в беспрецедентном для ЕС масштабе. В целом планирование ориентируется на поиск решений, обеспечивающих консенсус.

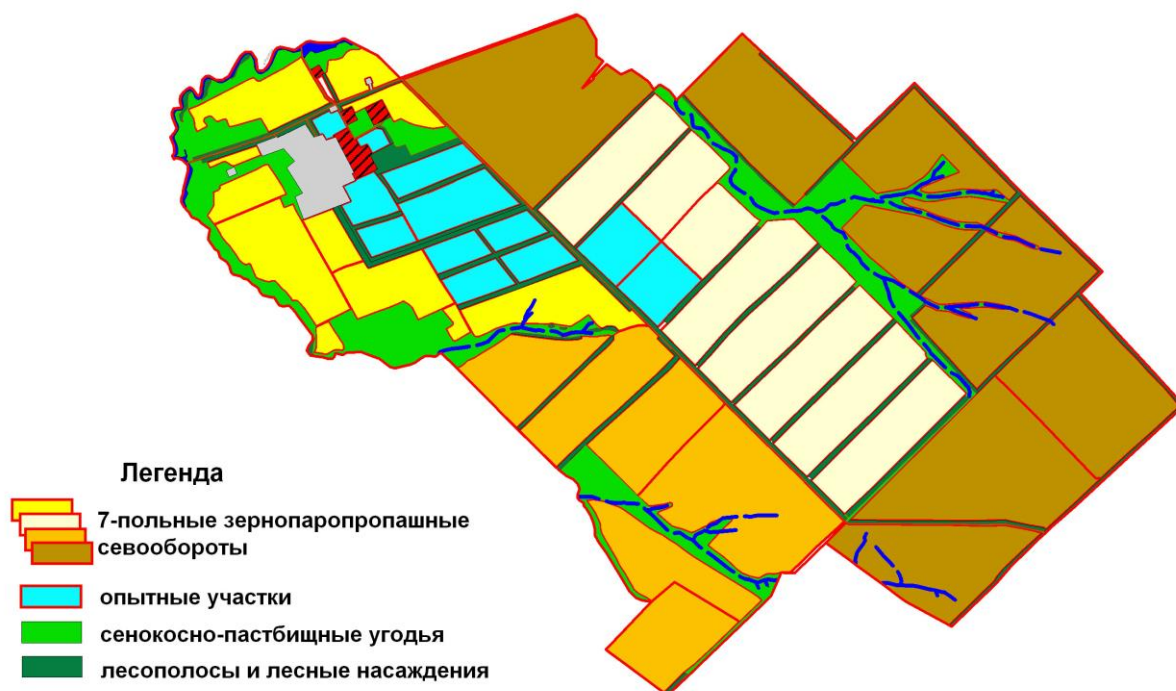
Существуют три уровня планирования. Несмотря на значительную степень децентрализации управления, охрана природы и ландшафтное планирование в Нидерландах получают основные импульсы развития от государства. Ответственность за территориальное планирование разделена между тремя министерствами. В матричной схеме построения всей плановой системы (по секторам и уровням планирования) территориальное планирование на каж-

дом уровне выполняет интегрирующие функции и обеспечивает согласование планировочных предложений. Задачам охраны и развития природы и ландшафта, а также охраны окружающей среды в целом посвящены разнообразные программы. Некоторым аналогом германской ландшафтной программы является «План предотвращения ущерба природе».

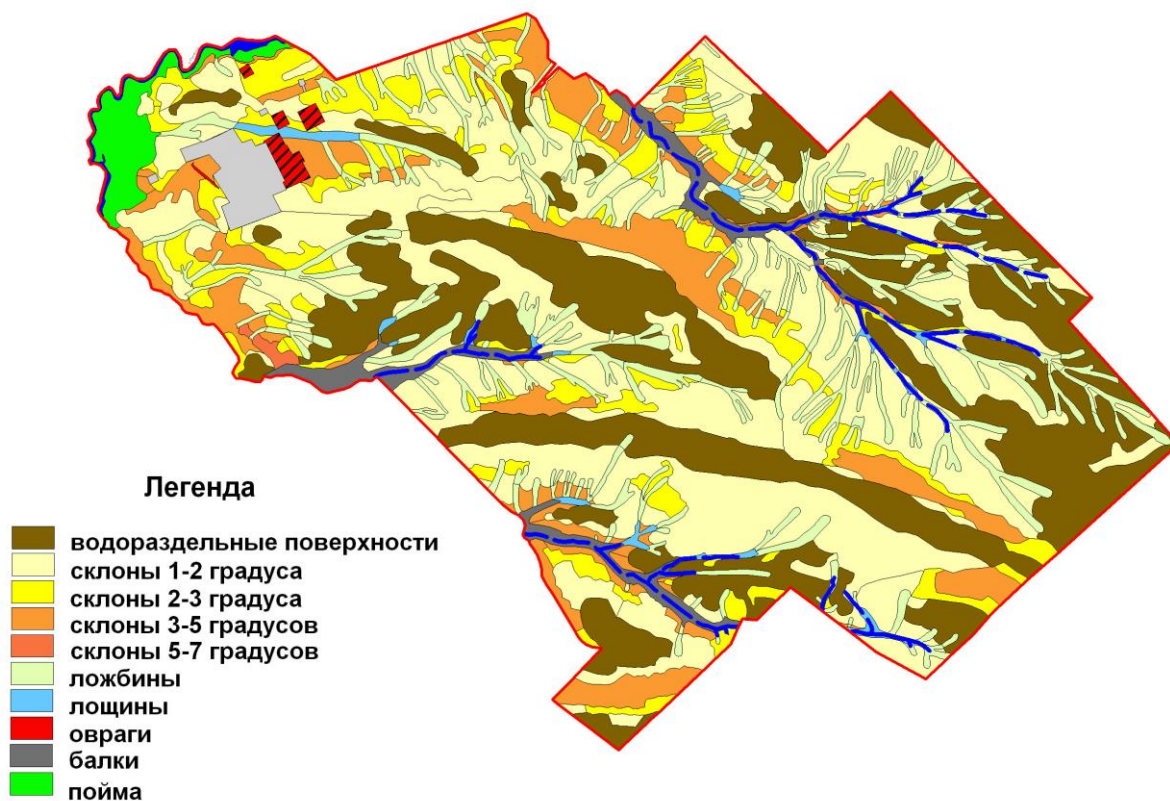
В Нидерландах достигнута высокая степень интегрированности экологических требований в отраслевом планировании. Еще одна особенность системы планирования здесь — ориентация на партнерство и на решение конфликтов путем консенсуса на всех уровнях.

Франция. Экологическая политика и территориальное развитие являются первичными обязанностями национального уровня. Национальное правительство, формулируя ведущие принципы территориального развития, обладает компетенцией и на всех подчиненных уровнях. На региональном уровне составляются региональные планы организации территории и программы развития. На уровне коммун разрабатываются «планы ведущих линий использования» и планы землепользования. В экологически ориентированном планировании доминирует принцип добровольности. Реализация предписаний национального уровня стимулируется финансовой поддержкой государства.

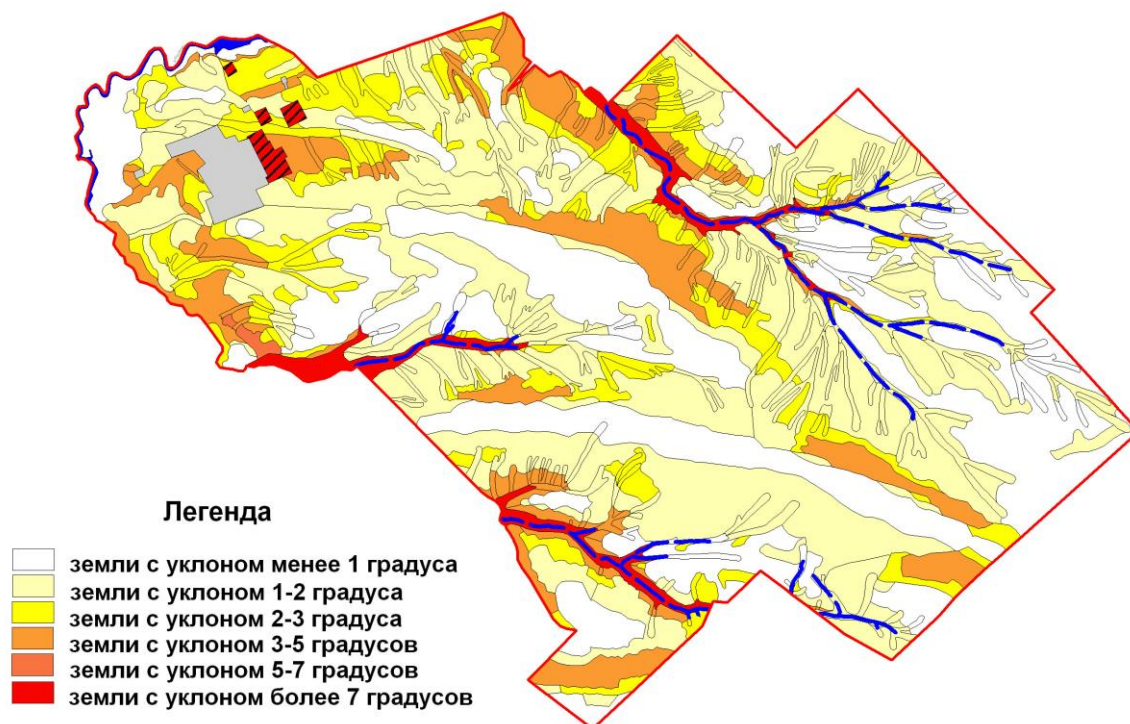
**11. Карта полей севооборотов Северо-Донецкой
сельскохозяйственной опытной станции ДЗНИИСХ Ростовской области
(существующая схема)**



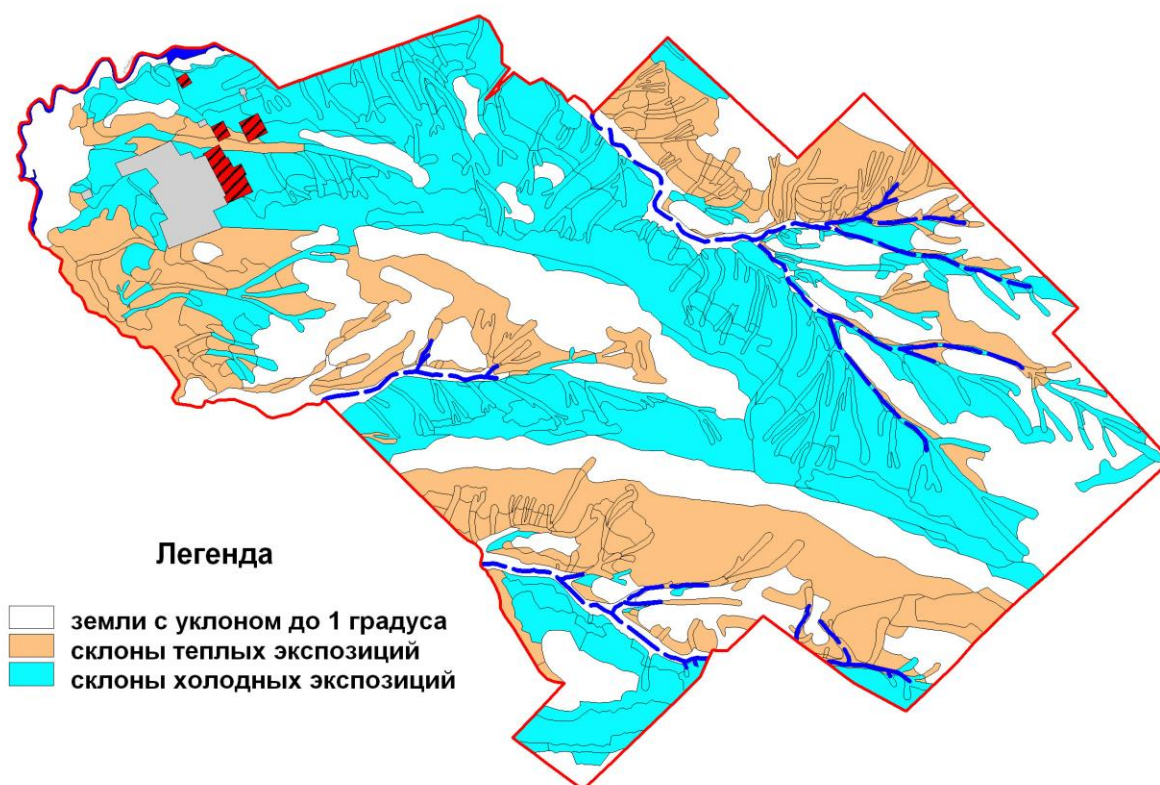
**12. Карта форм и элементов рельефа
Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции
ДЗНИИСХ Ростовской области**



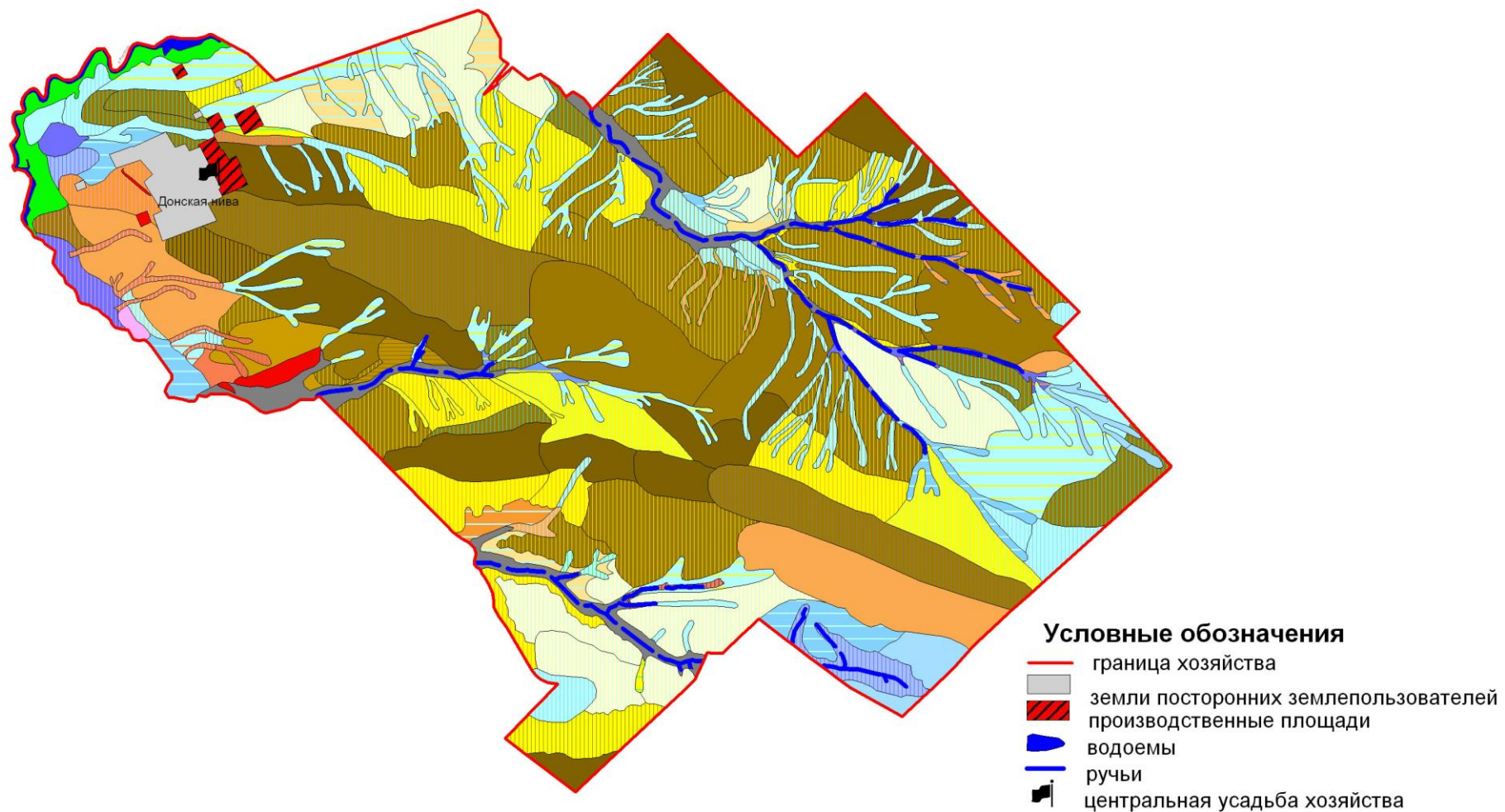
**13. Карта крутизны склонов
Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции
ДЗНИИСХ Ростовской области**



**14. Карта экспозиций склонов Северо-Донецкой
сельскохозяйственной опытной станции ДЗНИИСХ Ростовской области**



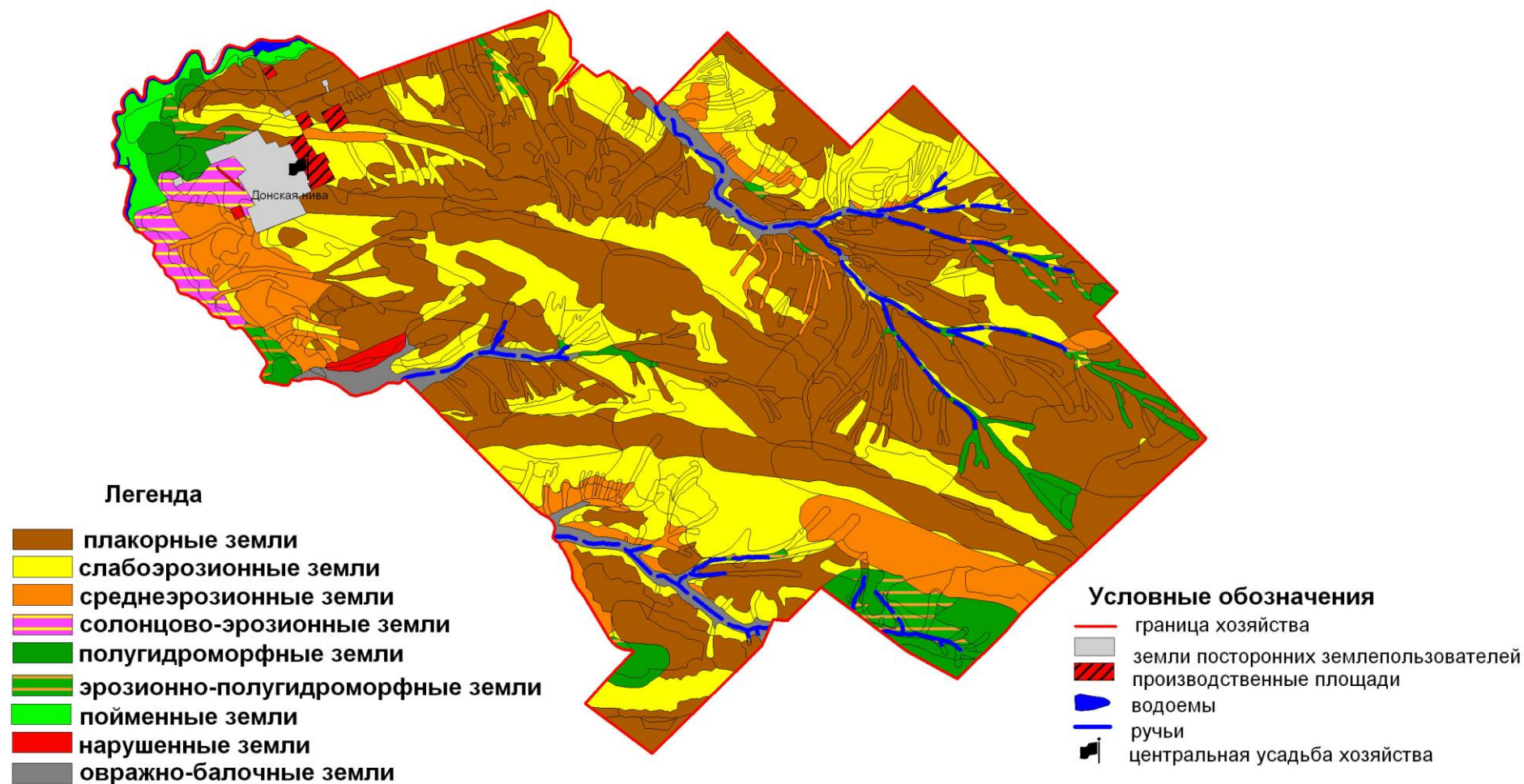
15. Карта структур почвенного покрова Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции
ДЗНИИСХ Ростовской области



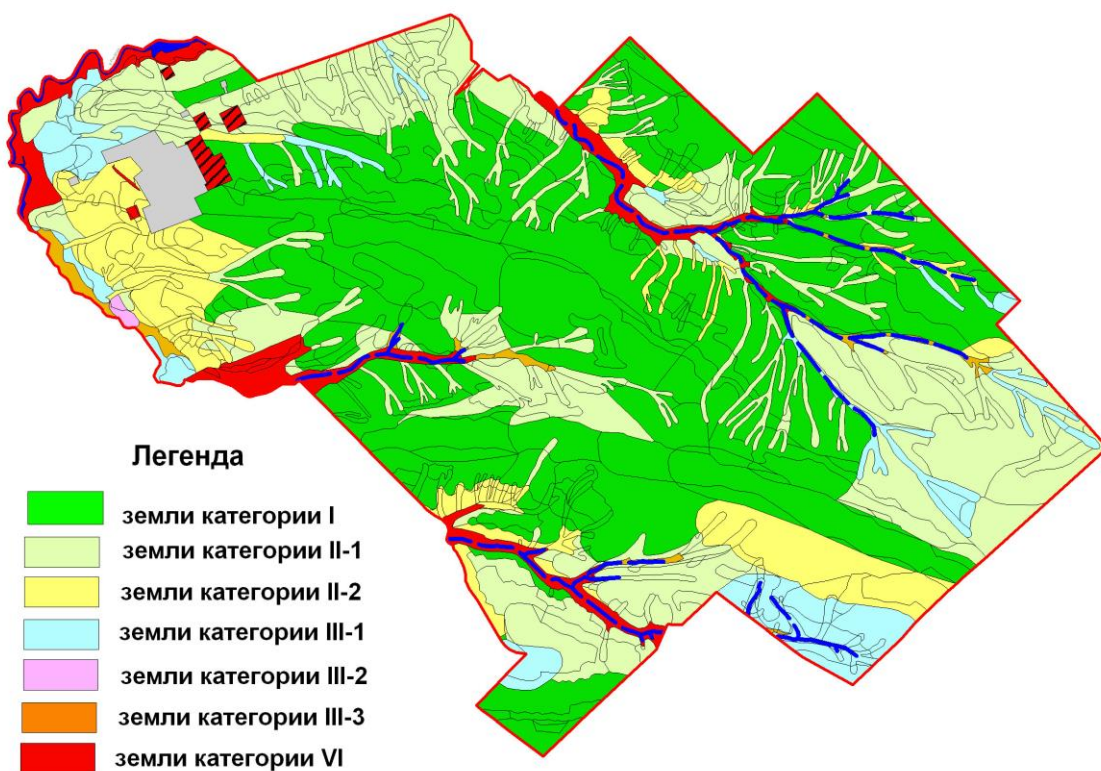
Легенда к карте структур почвенного покрова

	черноземы южные среднесиловые укороченные, среднесиловые и силовые		пятнистости луговато-черноземных почв и черноземов южных бескарбонатных слабосиловых (25-50%) супесчаных
	черноземы южные карбонатные среднесиловые укороченные, среднесиловые и силовые		луговато-черноземные слабосиловые почвы
	черноземы южные бескарбонатные супесчаные и песчаные		комплексы луговато-черноземных среднесиловых и несиловых почв (25-50%)
	ташеты черноземов южных тяжелосуглинистых и супесчаных, подстилаемых тяжелым суглинком (10-25%)		комплексы луговато-черноземных силовосиловых почв и черноземов южных (10-25%)
	пятнистости черноземов южных среднесиловых укороченных обычных и слабодефлированных		комплексы луговато-черноземных среднесиловых почв и лугово-черноземных почв (10-25%)
	комплексы черноземов южных среднесиловых укороченных обычных и малосиловых среднедефлированных		комплексы луговато-черноземных среднесиловых, несиловых (10-25%) и черноземно-луговых почв (10-25%)
	пятнистости черноземов южных несиловых и слабосиловых (10-50%)		комплексы лугово-черноземных почв и луговато-черноземных слабосиловых почв (25-50%)
	пятнистости черноземов южных слабосиловых и несиловых (10-50%)		комплексы черноземно-луговых почв и черноземов южных среднесиловых (25-50%)
	комплексы черноземов южных слабосиловых и среднесиловых (10-50%)		комплексы черноземов южных среднесиловых, силовосиловых (10-25%) и солонцеватых слабосиловых (10-25%)
	черноземы южные среднесиловые		пятнистости черноземов южных и луговато-черноземных солонцеватых почв (25-50%)
	комплексы черноземов южных среднесиловых и силовосиловых супесчаных		комплексы лугово-черноземных солонцеватых почв и луговато-черноземных солонцеватых почв (10-25%)
	пятнистости черноземов южных и луговато-черноземных почв (10-50%)		комплексы лугово-черноземных солонцеватых почв и солонцов лугово-черноземных солончаковых мелких (10-25%)
	пятнистости луговато-черноземных почв и черноземов южных (10-50%)		аллювиальные луговые карбонатные силовые почвы
	ташеты луговато-черноземных почв и черноземов южных супесчаных, подстилаемых глинами		земли овражно-балочного комплекса
	луговато-черноземные почвы среднесиловые укороченные, среднесиловые и силовые		нарушенные земли (овраги, карьеры)
	комплексы луговато-черноземных и лугово-черноземных почв (10-50%)		
	комплексы лугово-черноземных и луговато-черноземных почв (10-50%)		
	лугово-черноземные почвы среднесиловые укороченные, среднесиловые и силовые		
	комплексы лугово-черноземных и черноземно-луговых почв (10-50%)		
	лугово-черноземные сверхсиловые почвы		
	пятнистости черноземов южных обычных, слабосиловых (10-25%) и луговато-черноземных почв (10-25%)		
	пятнистости черноземов южных слабосиловых и луговато-черноземных почв (10-50%)		
	пятнистости черноземов южных слабосиловых, среднесиловых (10-25%) и луговато-черноземных почв (10-25%)		
	комплексы черноземов южных карбонатных среднесиловых и луговато-черноземных почв (25-50%)		
	комплексы черноземов южных карбонатных среднесиловых, силовосиловых (10-25%) и луговато-черноземных почв (10-25%)		
	комплексы черноземов южных карбонатных силовосиловых и луговато-черноземных почв (10-25%)		
	комплексы черноземов южных бескарбонатных супесчаных силовосиловых и луговато-черноземных почв супесчаных, подстилаемых глинами (10-25%)		
	пятнистости луговато-черноземных почв и черноземов южных слабосиловых		
	комплексы луговато-черноземных почв и черноземов южных среднесиловых		
	комплексы луговато-черноземных почв несиловых и силовосиловых (10-25%) и черноземов южных обычных		

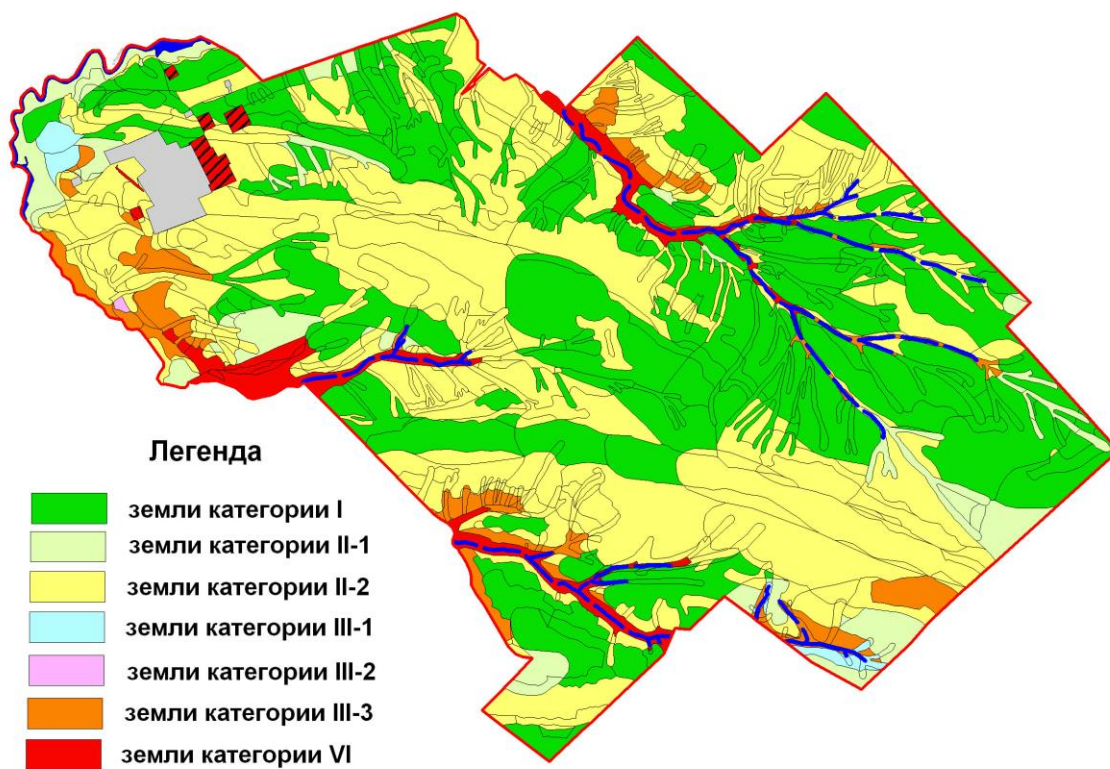
16. Карта агроэкологических групп и видов земель Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции ДЗНИИСХ Ростовской области



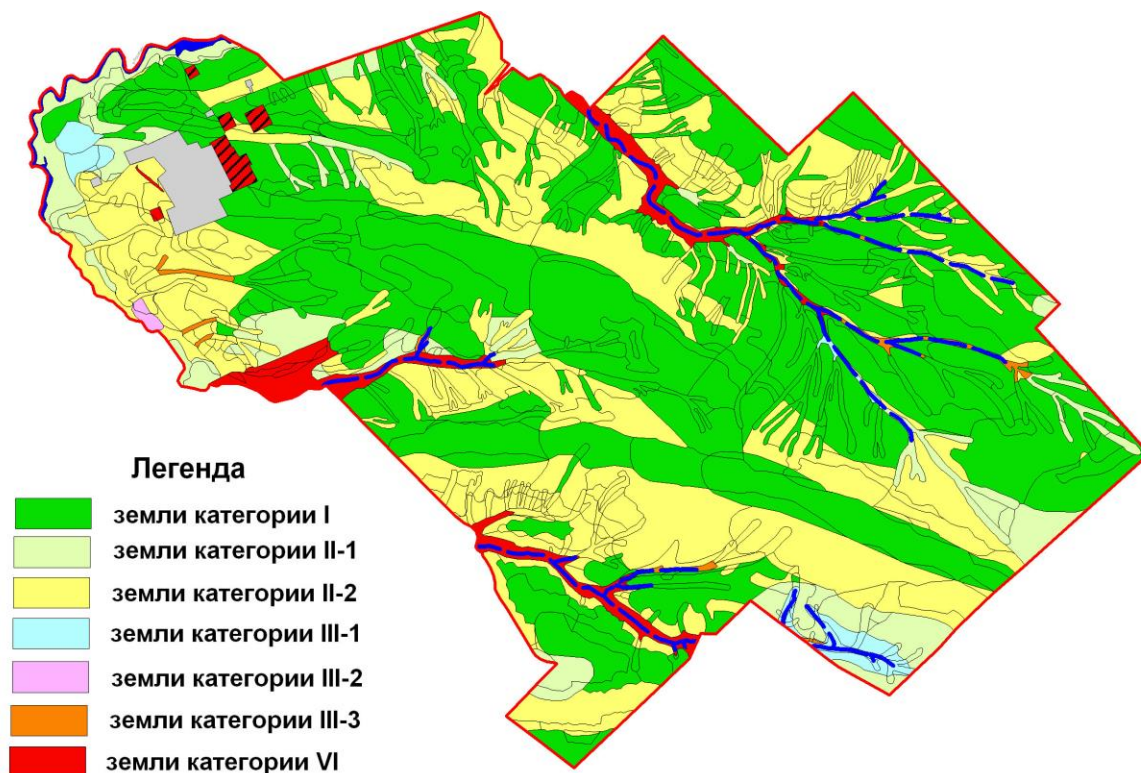
**17. Карта пригодности земель Северо-Донецкой СХОС
для возделывания озимой пшеницы**



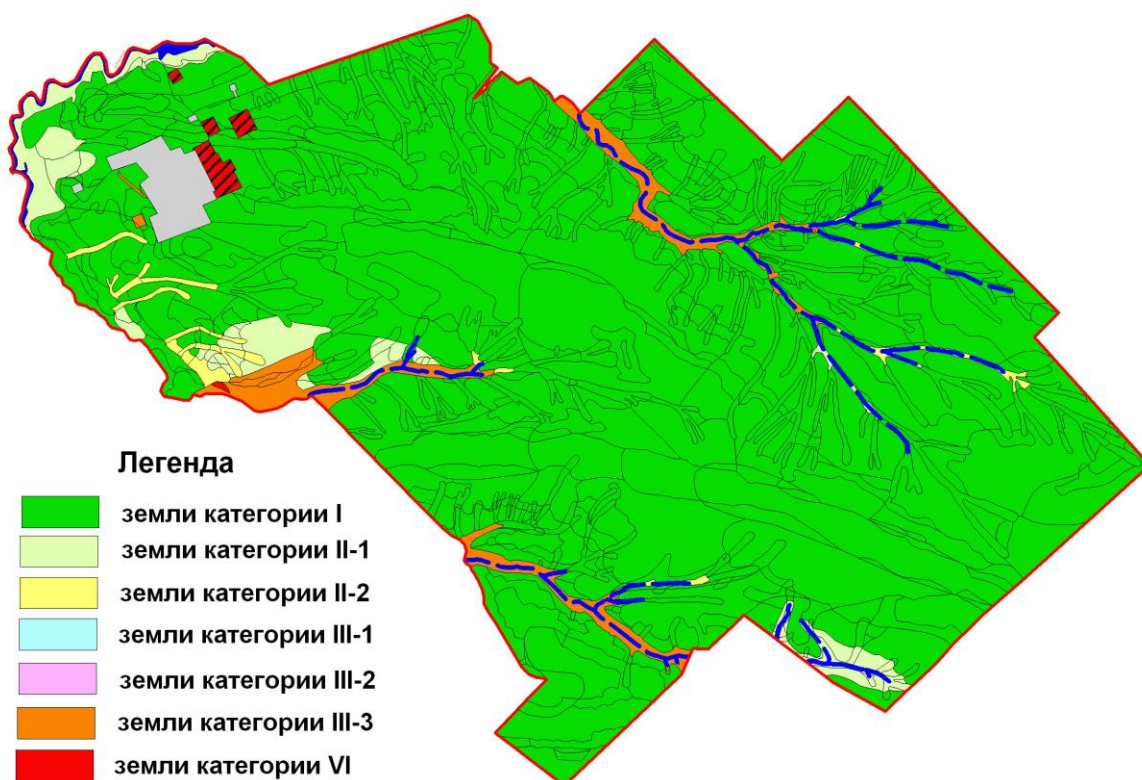
**18. Карта пригодности земель Северо-Донецкой СХОС
для возделывания подсолнечника**



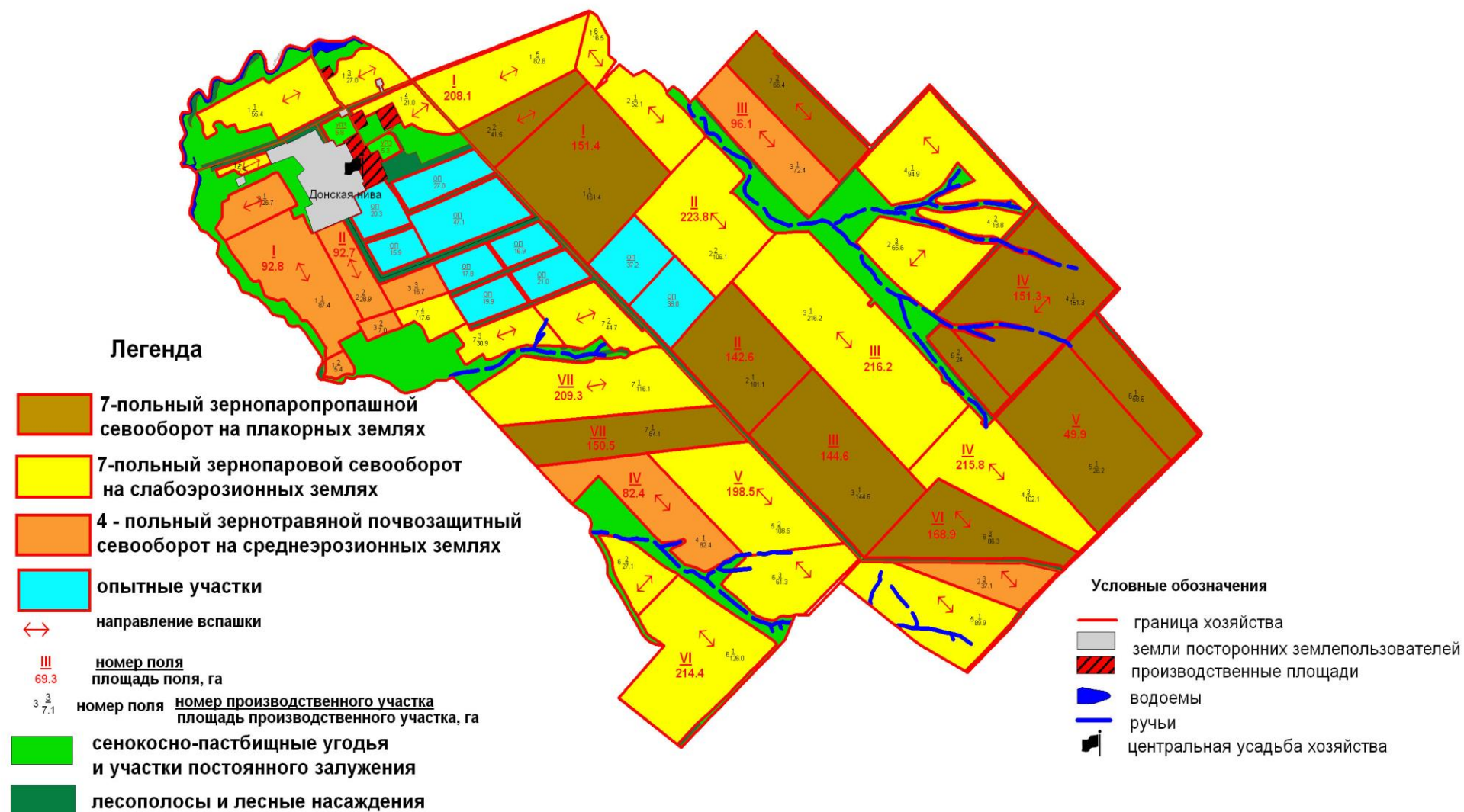
**19. Карта пригодности земель Северо-Донецкой СХОС
для возделывания ячменя**

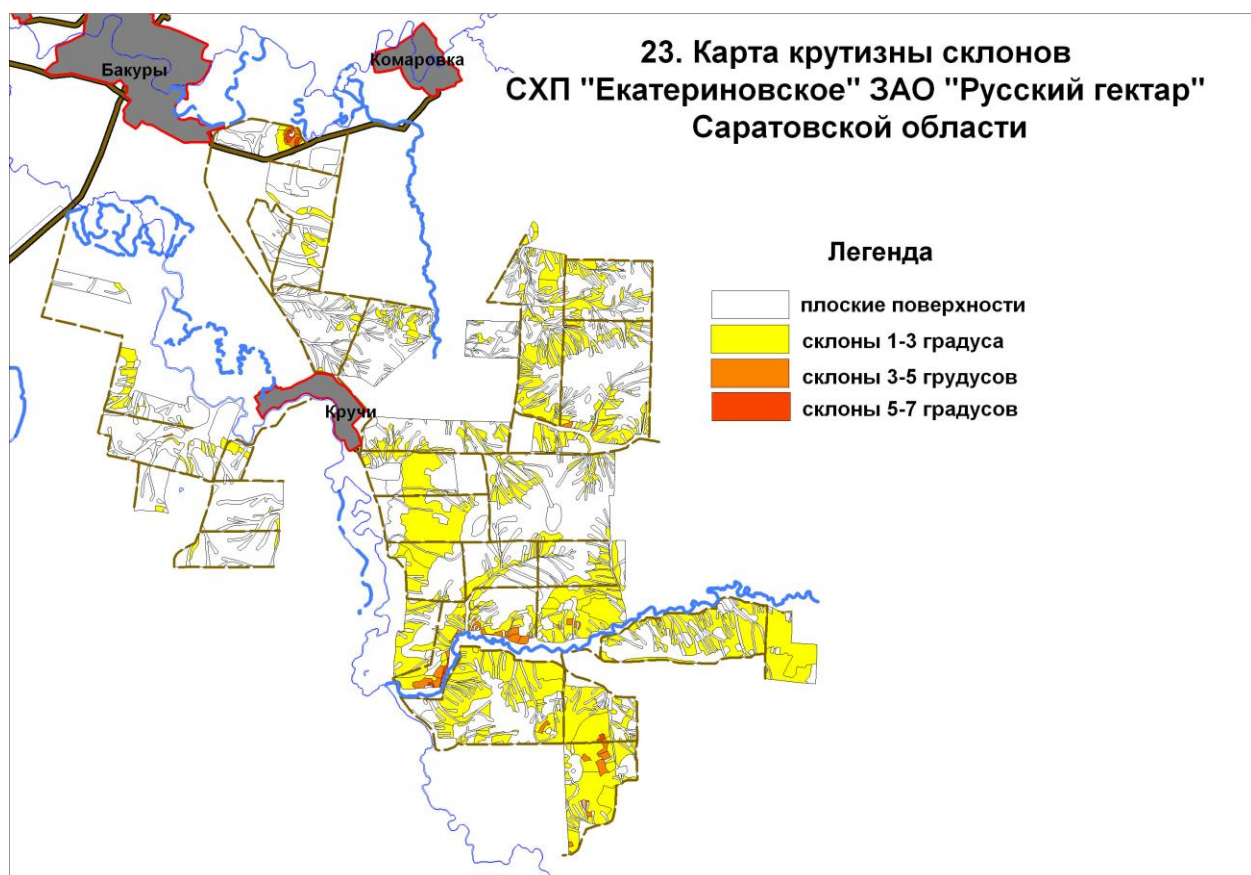
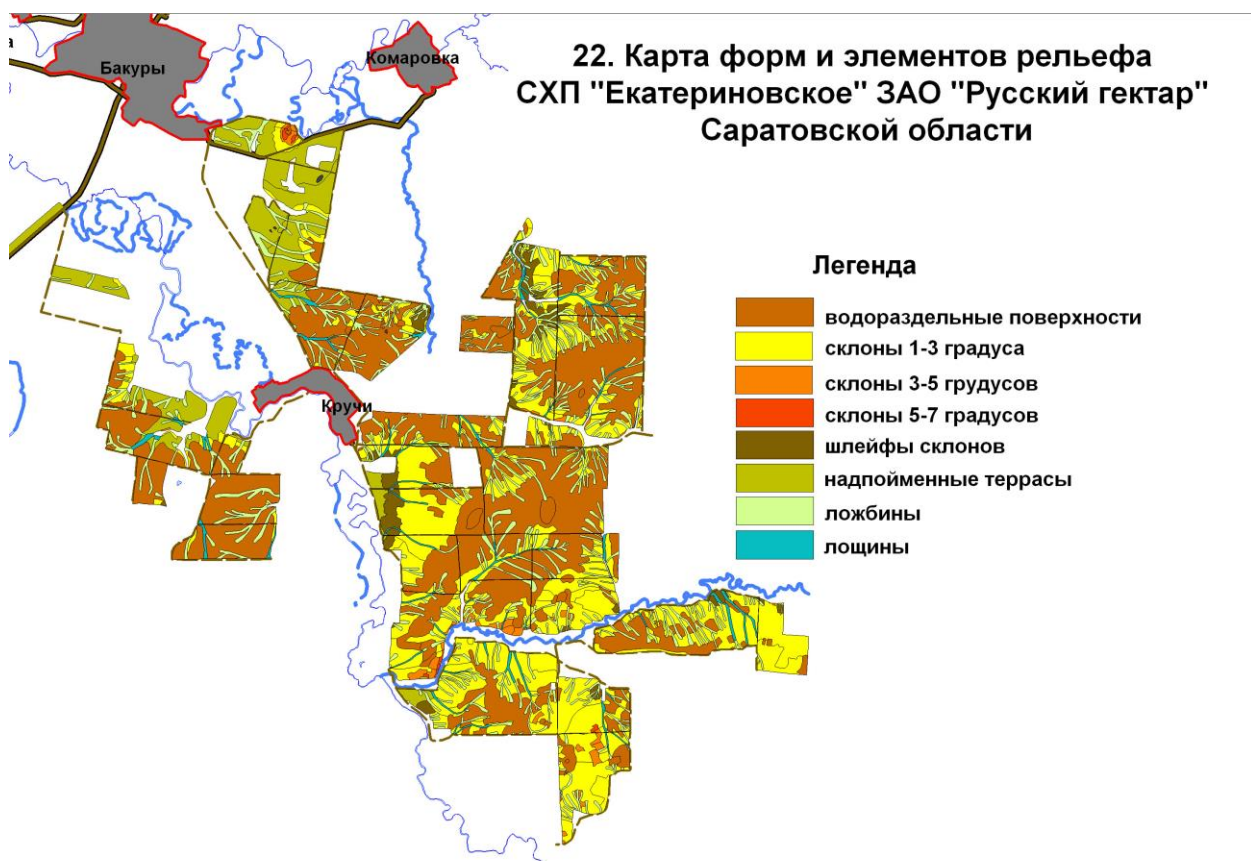


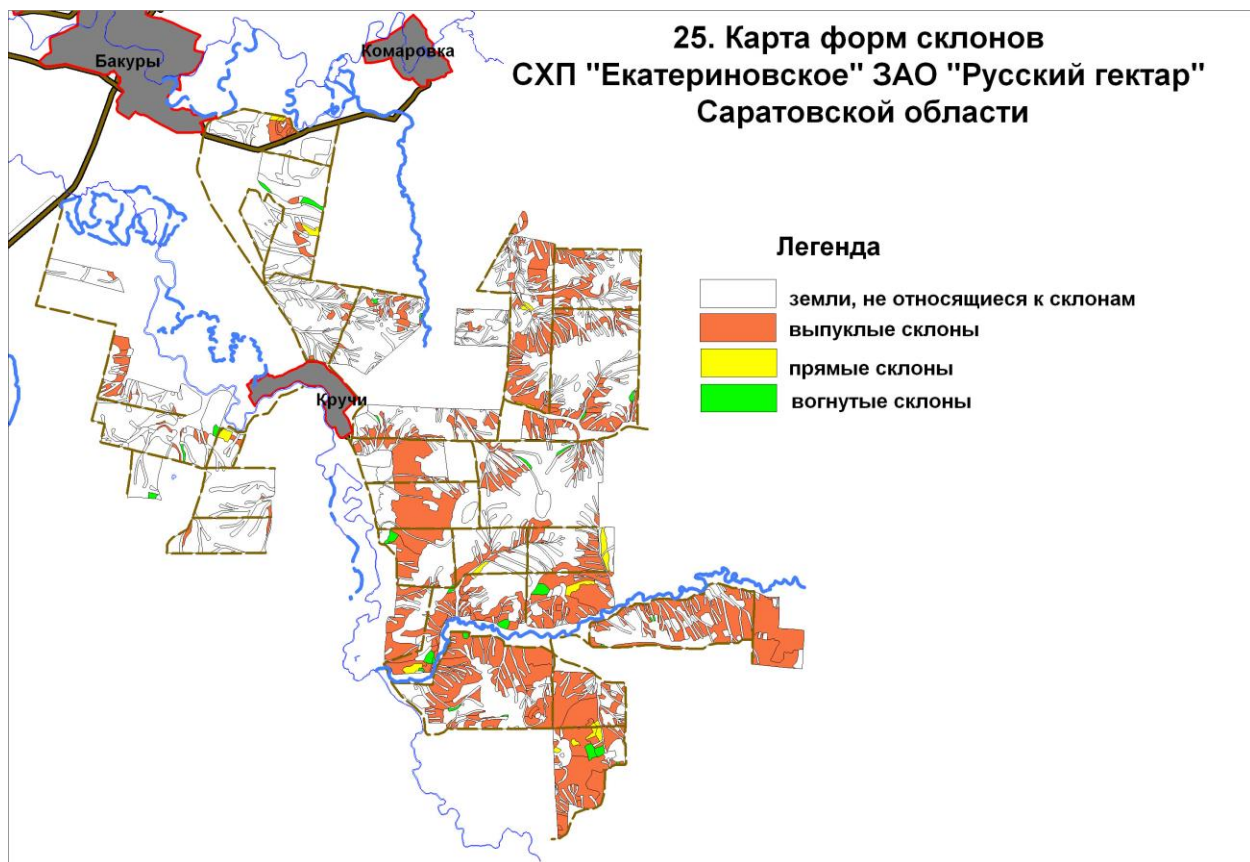
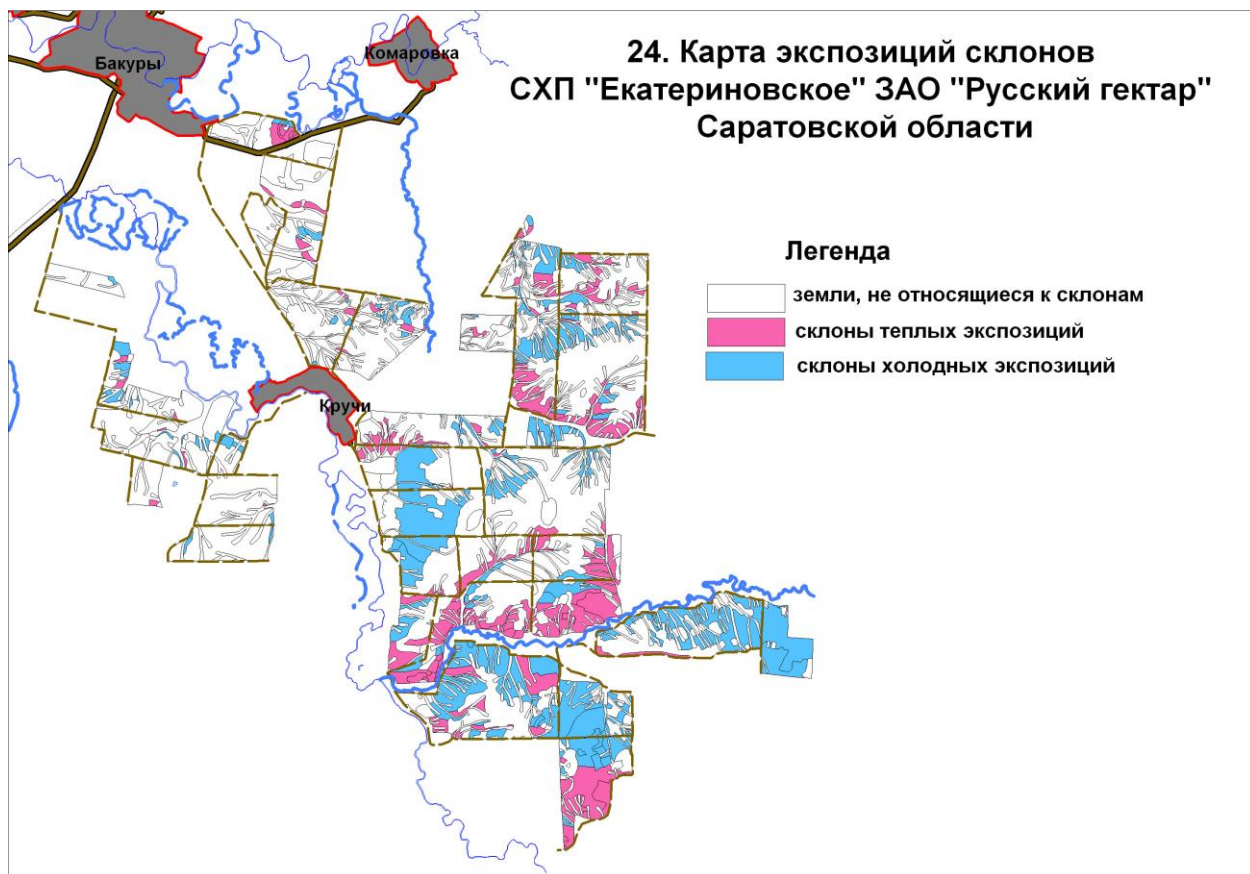
**20. Карта пригодности земель Северо-Донецкой СХОЗ
для возделывания многолетних трав**

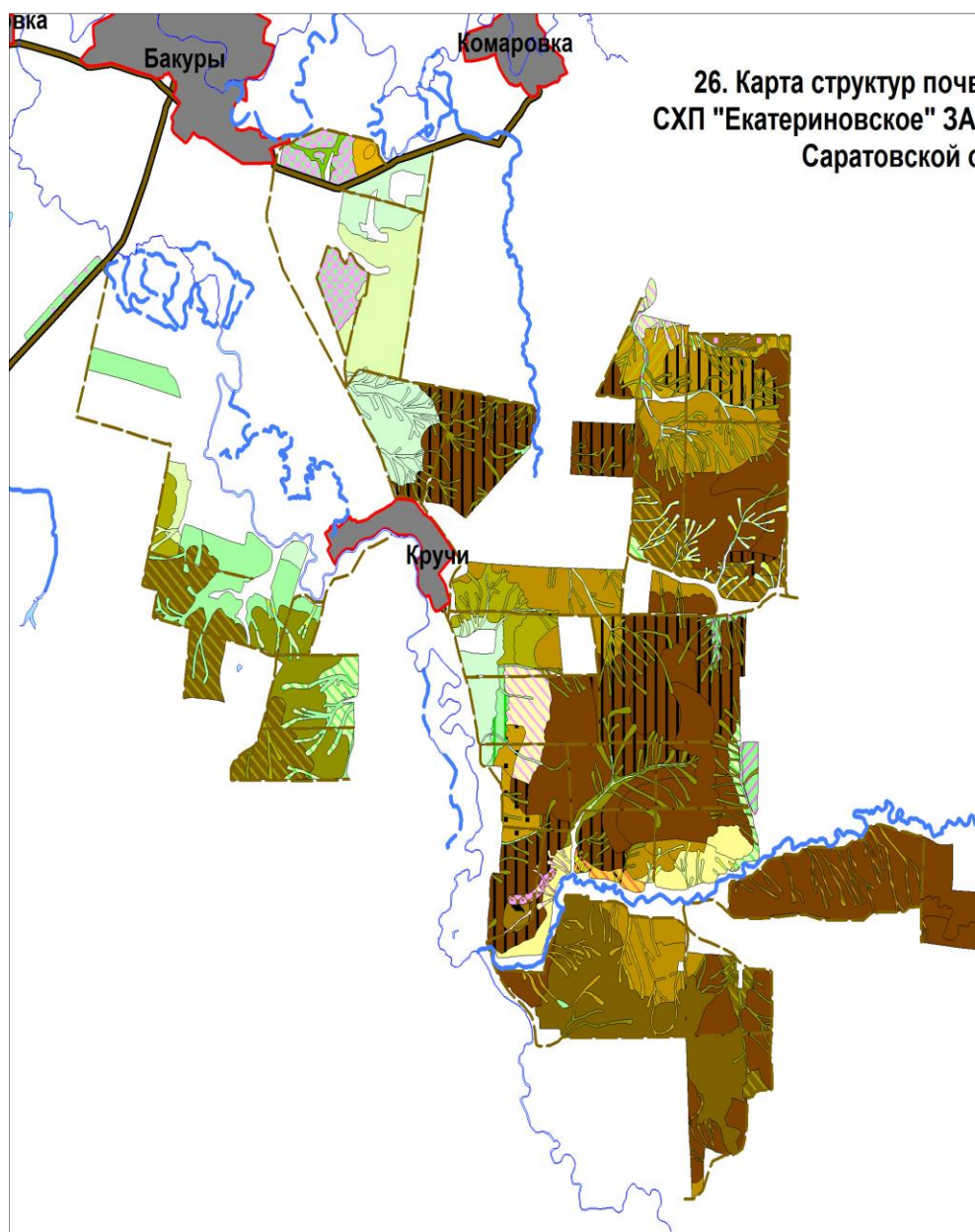


21. Карта полей севооборотов и производственных участков Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции ДЗНИИСХ Ростовской области (проект)







































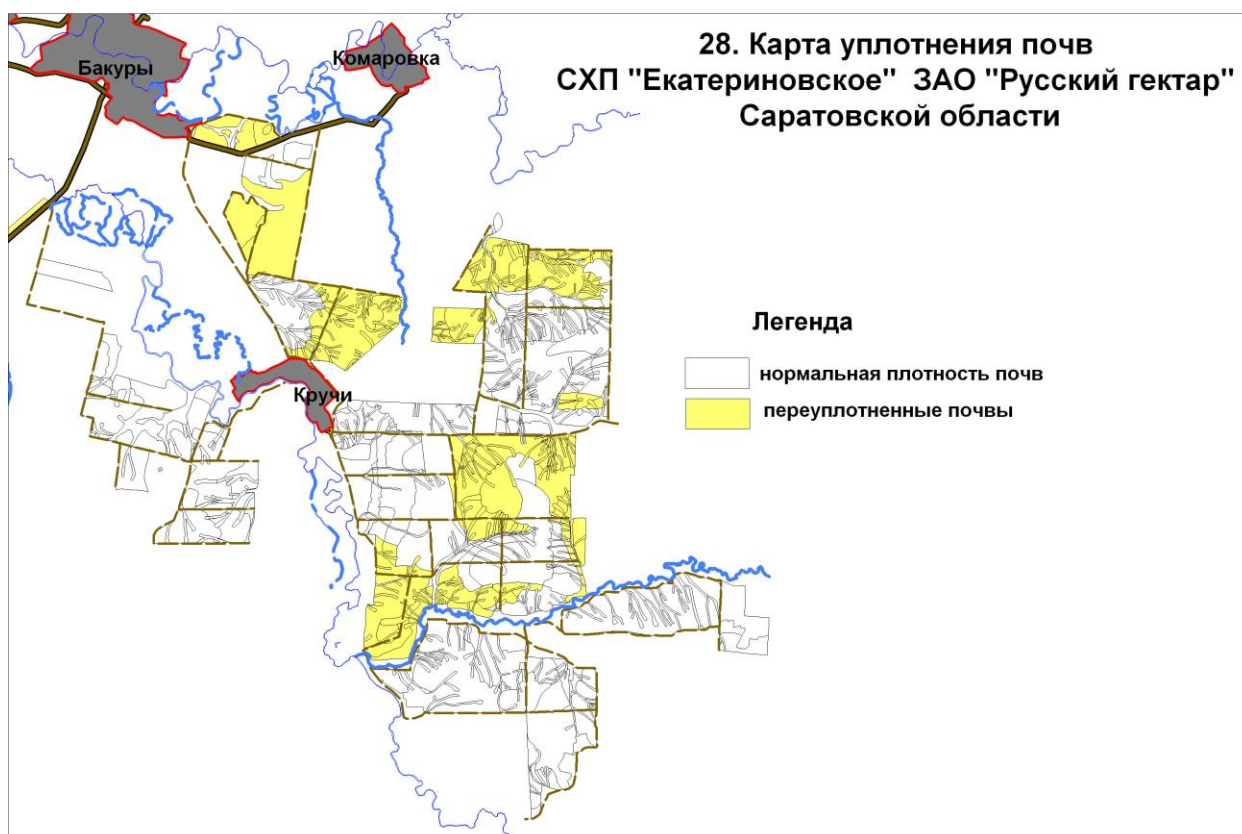
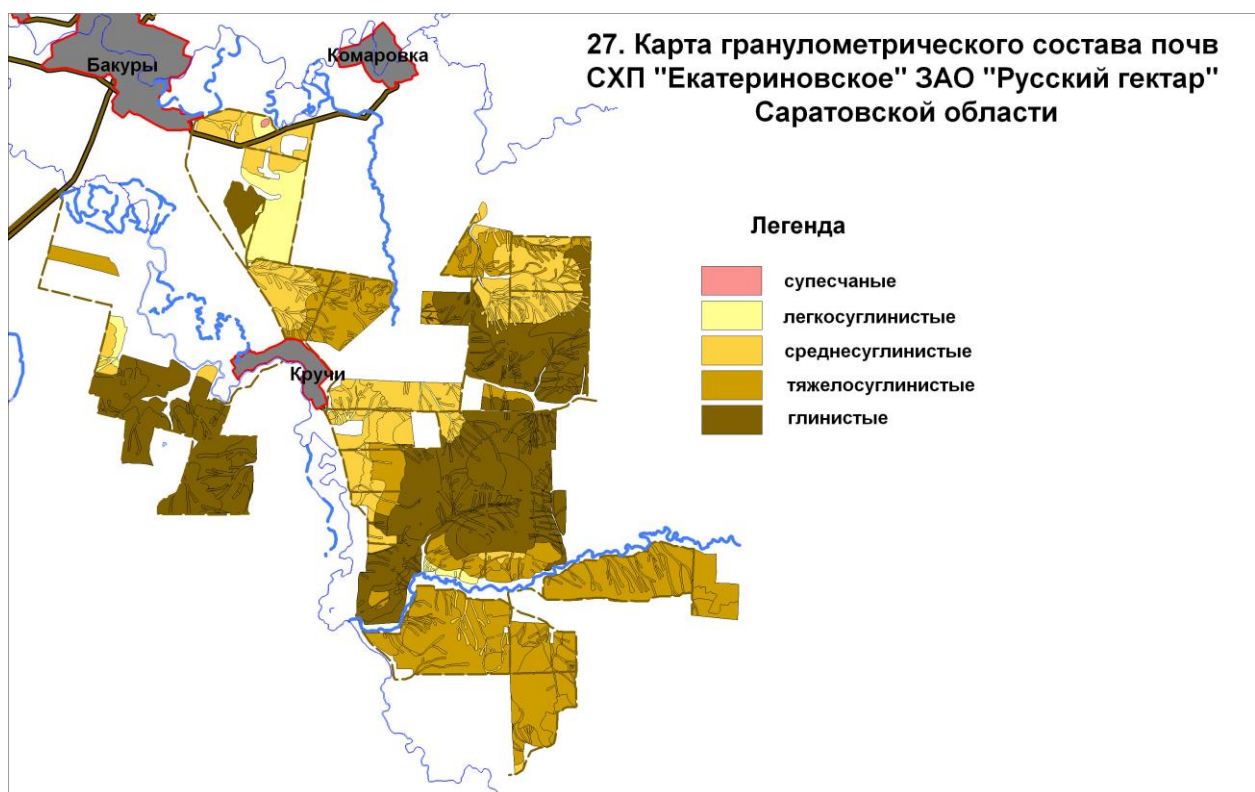


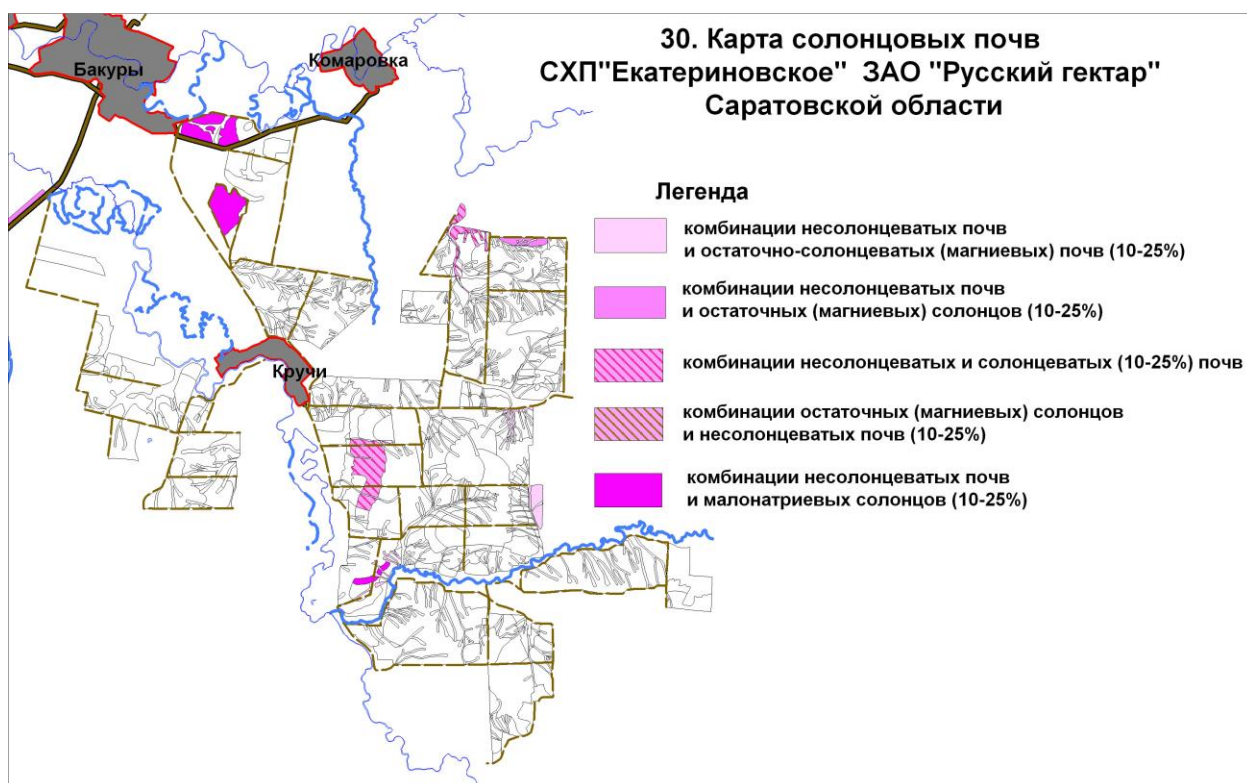


26. Карта структур почвенного покрова
СХП "Екатериновское" ЗАО "Русский гектар"
Саратовской области

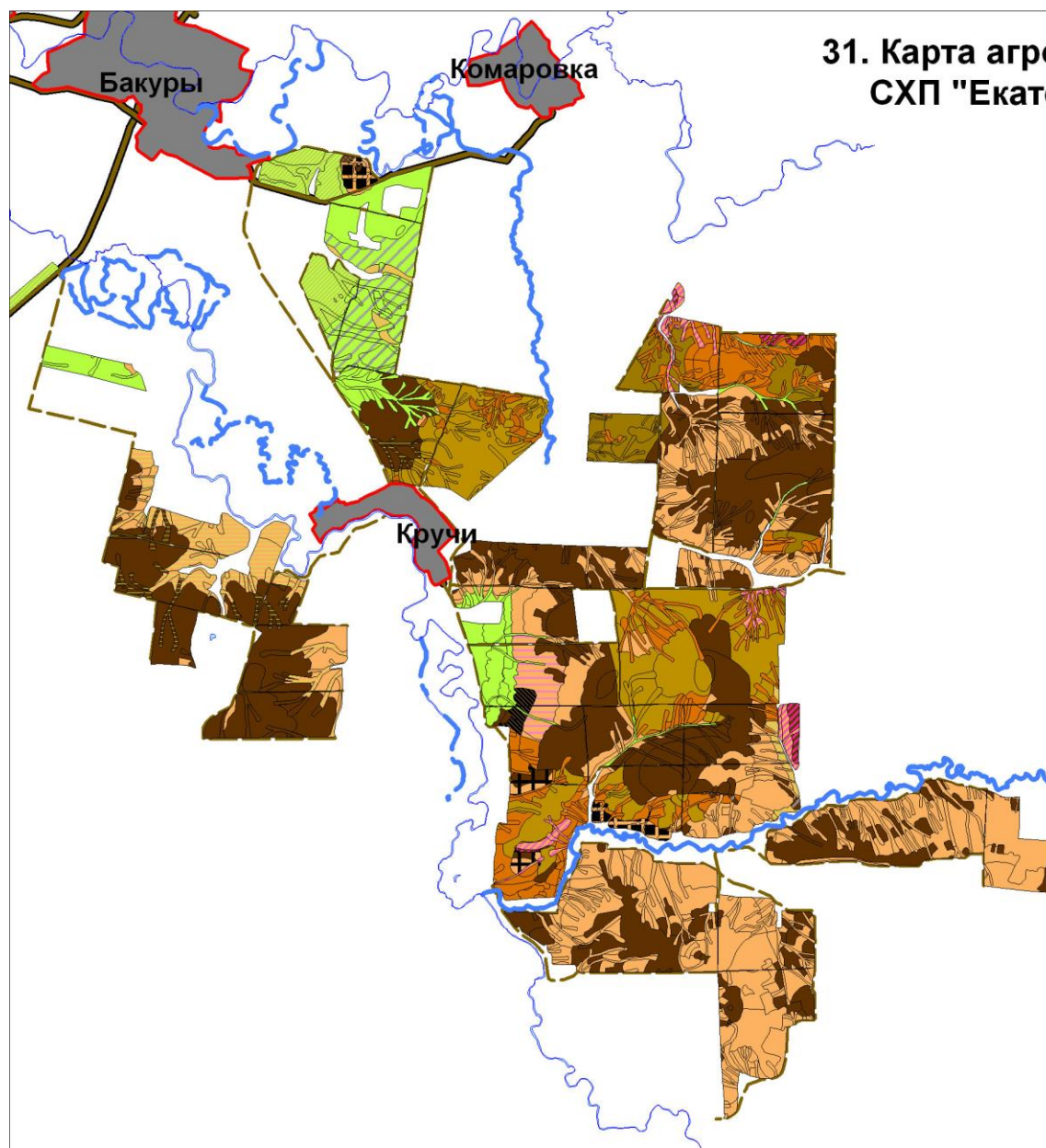
Легенда

	черноземы обыкновенные обычные и глубоковскипающие, среднемощные укороченные и среднемощные, тяжелосуглинистые и глинистые
	черноземы обыкновенные обычные и глубоковскипающие, среднемощные укороченные и среднемощные, тяжелосуглинистые и глинистые, переуплотненные
	черноземы обыкновенные обычные и глубоковскипающие, среднемощные укороченные и среднемощные, среднесуглинистые
	черноземы обыкновенные обычные и глубоковскипающие, среднемощные укороченные и среднемощные, среднесуглинистые, переуплотненные
	черноземы обыкновенные бескарбонатные, маломощные, супесчаные и легкосуглинистые, на древнем аллювии
	черноземы обыкновенные бескарбонатные, маломощные, среднесуглинистые, на элювии песчаника, слабощебнистые
	черноземы обыкновенные бескарбонатные, маломощные, среднесуглинистые, на элювии опоки, щебнистые
	пятнистости черноземов обыкновенных несмытых и слабосмытых (до 50%), тяжелосуглинистых и глинистых
	черноземы обыкновенные слабосмытые, тяжелосуглинистые и глинистые
	пятнистости черноземов обыкновенных слабосмытых и среднесмытых (25-50%), тяжелосуглинистых и глинистых
	пятнистости черноземов обыкновенных слабосмытых и среднесмытых, легкосуглинистых, на элювии песчаника
	пятнистости черноземов обыкновенных и луговато-черноземных почв (до 50%), тяжелосуглинистых и глинистых
	пятнистости черноземов обыкновенных и луговато-черноземных почв (до 50%), среднесуглинистых
	луговато-черноземные почвы и пятнистости луговато-черноземных почв с черноземами обыкновенными (до 50%), тяжелосуглинистые и глинистые
	луговато-черноземные почвы и пятнистости луговато-черноземных почв с черноземами обыкновенными (до 50%), среднесуглинистые
	пятнистости луговато-черноземных почв несмытых и слабосмытых (до 50%), тяжелосуглинистых и глинистых
	пятнистости луговато-черноземных почв несмытых и слабосмытых (до 50%), среднесуглинистых
	пятнистости луговато-черноземных почв слабосмытых и черноземов обыкновенных бескарбонатных слабосмытых, легкосуглинистых, на элювии песчаника
	пятнистости луговато-черноземных и лугово-черноземных почв (до 50%), тяжелосуглинистых и глинистых
	пятнистости луговато-черноземных и лугово-черноземных почв (до 50%), среднесуглинистых
	лугово-черноземные почвы и пятнистости лугово-черноземных и луговато-черноземных почв (до 50%), тяжелосуглинистых и глинистых
	лугово-черноземные почвы и пятнистости лугово-черноземных и луговато-черноземных почв (до 50%), среднесуглинистых
	лугово-черноземные почвы, легко- и среднесуглинистые
	пятнистости лугово-черноземных почв несмытых и слабосмытых (10-25%), тяжелосуглинистых и глинистых
	пятнистости лугово-черноземных и черноземно-луговых почв (25-50%), средне- и тяжелосуглинистых
	пятнистости черноземов обыкновенных обычных и солонцеватых (10-25%), тяжелосуглинистых
	пятнистости луговато-черноземных почв слабосмытых и несмытых солонцеватых (10-25%) с черноземами обыкновенными слабосмытыми (10-25%), тяжелосуглинистых и глинистых
	пятнистости луговато-черноземных почв обычных, солонцеватых (10-25%) с лугово-черноземными почвами обычными (10-25%), среднесуглинистых
	пятнистости луговато-черноземных почв обычных и солонцеватых (25-50%), тяжелосуглинистых и глинистых
	комплексы черноземов обыкновенных, луговато-черноземных почв (10-25%) и солонцов остаточных (10-25%), среднесуглинистых
	комплексы лугово-черноземных почв и солонцов остаточных (10-25%), глинистых
	комплексы черноземов обыкновенных и солонцов черноземных малонатриевых (10-25%), глинистых
	комплексы лугово-черноземных почв и солонцов лугово-черноземных малонатриевых (10-25%), средне- и тяжелосуглинистых
	комплексы солонцов луговых остаточных и лугово-черноземных почв (25-50%), глинистых





31. Карта агроэкологических групп и видов земель СХП "Екатериновское" ЗАО "Русский гектар" Саратовской области



Легенда

Группа 1 Плакорные земли

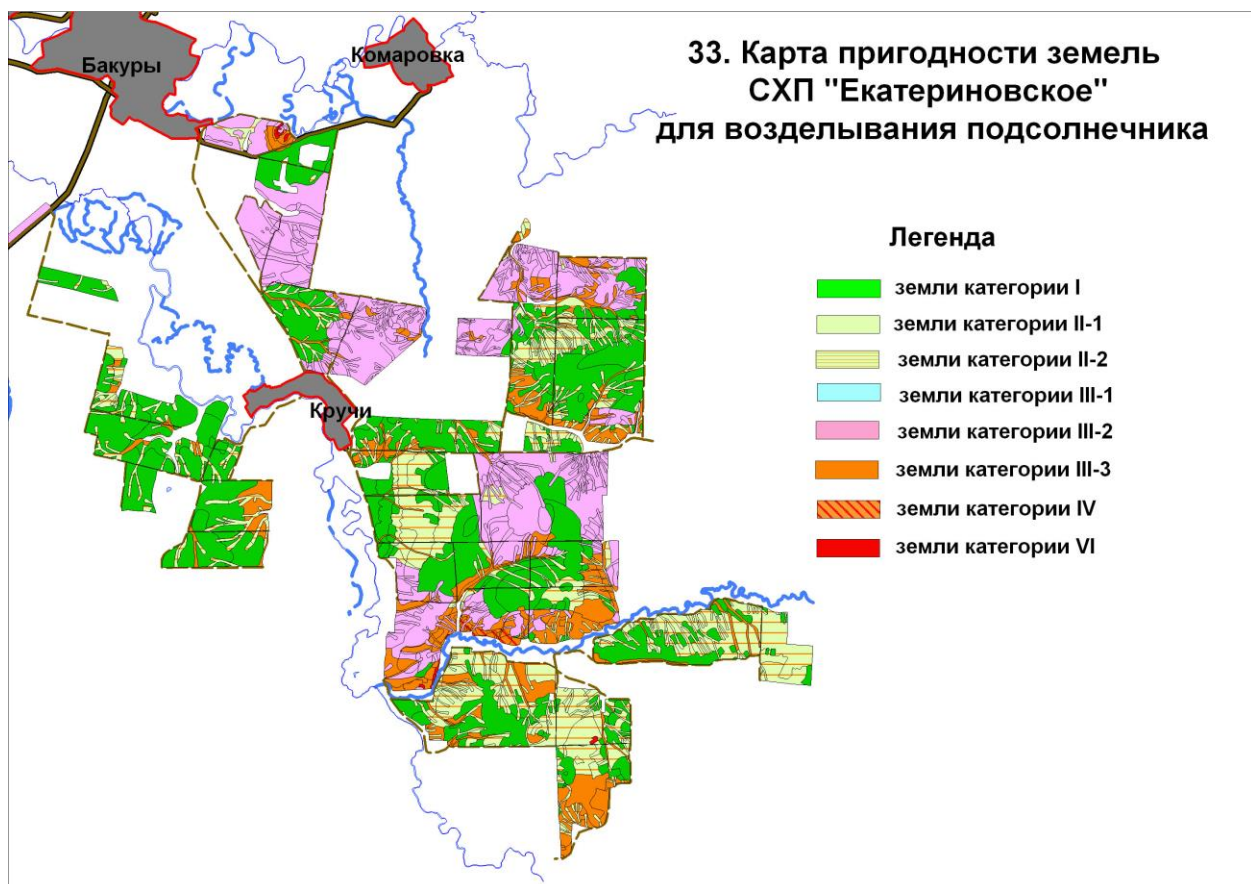
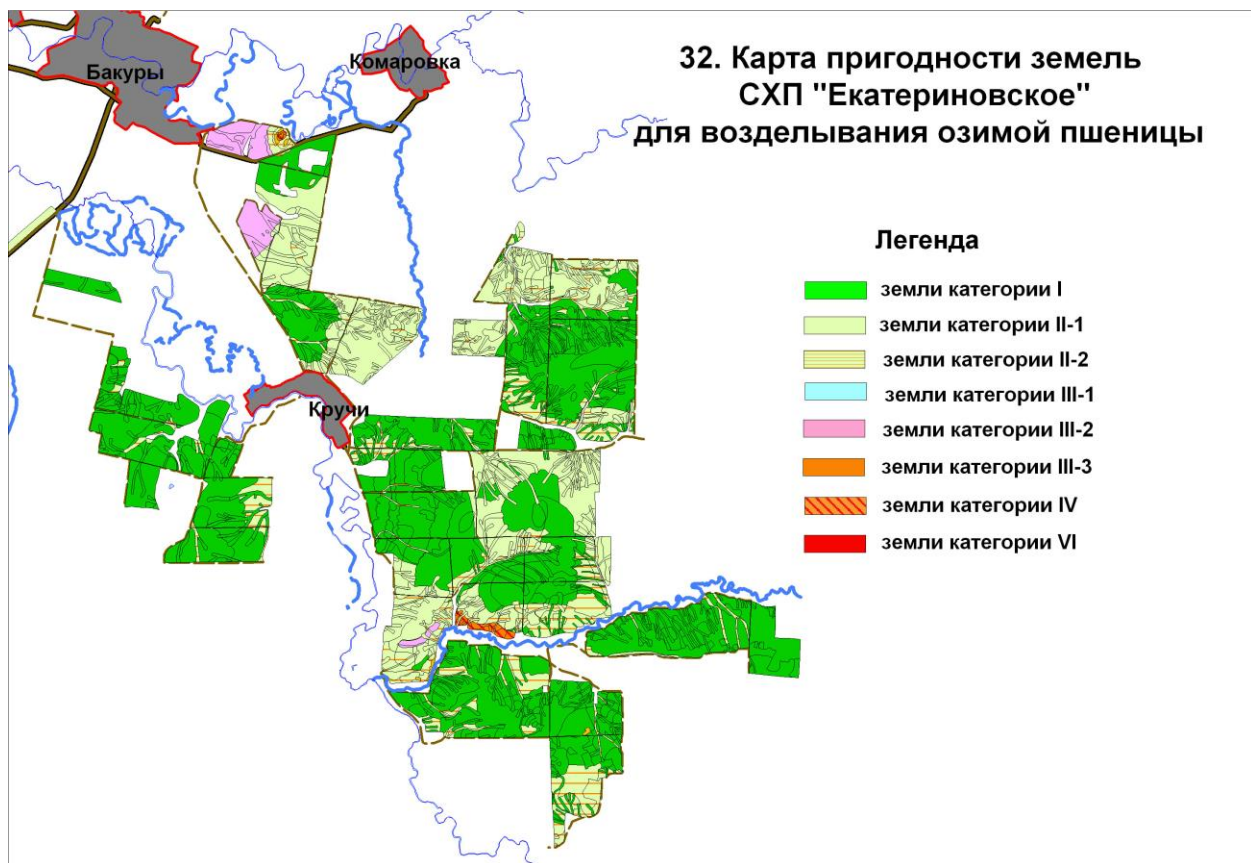
- Зональные
- Переуплотненные
- Солонцово-зональные
- Зонально-литогенные типы земель

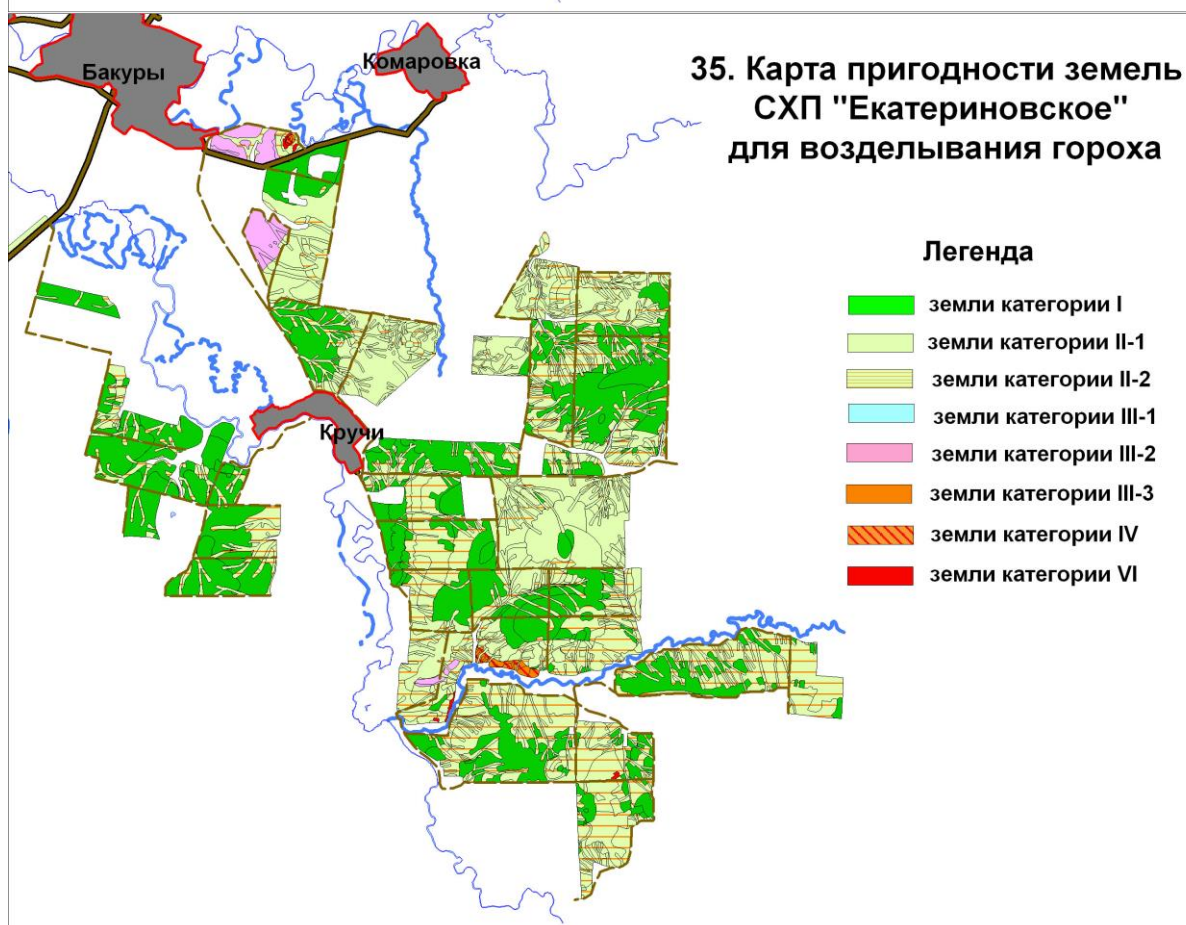
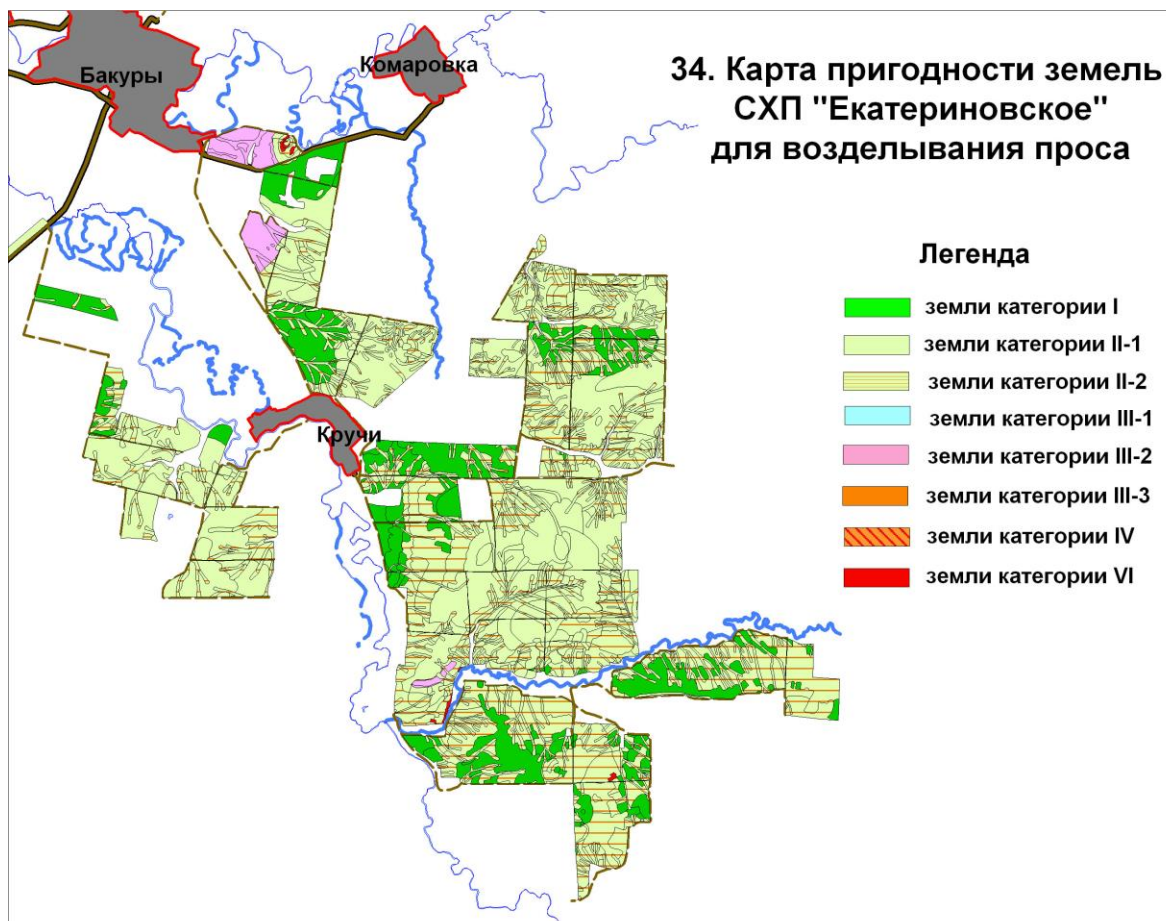
Группа 2 Эрозионно-автоморфные земли

- Эрозионные
- Переуплотненно-эрозионные
- Солонцово-эрозионные типы земель
- Полугидроморфно-эрозионные
- Полугидроморфно-переуплотненные
- Полугидроморфно-солонцово-эрозионные
- Эрозионно-литогенные

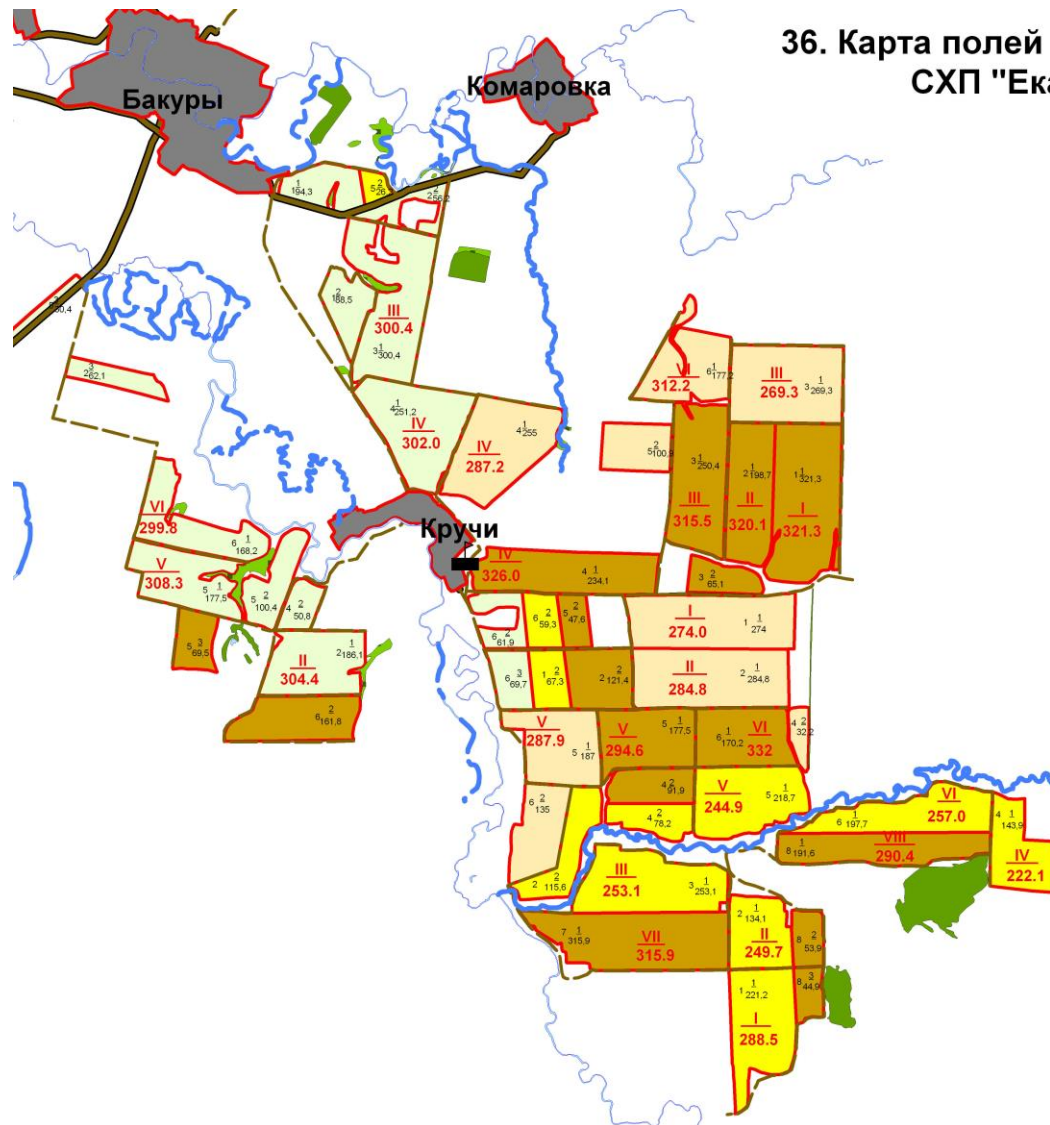
Группа 3 Полугидроморфные земли

- Полугидроморфные
- Солонцово-полугидроморфные
- Переуплотненно-полугидроморфные





36. Карта полей севооборотов и производственных участков СХП "Екатериновское" ЗАО "Русский гектар" Саратовской области



Легенда

- 8-польный зернопаропашный севооборот на плакорных землях
 - 6-польный зернопаровой севооборот на переуплотненных землях
 - 6-польный зерновой севооборот на повышенно-увлажненных землях
 - 8-польный зернопарашный севооборот на эрозионных землях
- номер поля в севообороте
площадь поля, га
- номер поля номер производственного участка
площадь производственного участка, га
- леса и лесополосы
 - населенные пункты
 - дороги с твердым покрытием
 - полевые дороги
 - центральная усадьба хозяйства

4.1.4. Мировые тенденции развития ландшафтного планирования

Все европейские страны с их национальными системами планирования объединяет потребность принимать общие решения. Поэтому во всех рассмотренных выше системах планирования можно обнаружить более или менее отчетливые тенденции, отражающие необходимость создавать инструменты, которые обеспечивали бы возможности управлять сложившимся порядком и процессами общественной или экономической самоорганизации в целях устойчивого развития. Для этого необходимо, наряду с другими действиями, вводить в системы планирования экологические и эстетические ориентиры.

Можно выделить следующие тренды в территориальном планировании:

- получают развитие комплексные, сквозные формы планирования;
- системы планирования реагируют на возрастающее воздействие рыночных факторов;
- процедуры планирования становятся более гибкими;
- в некоторых странах (в Испании, в Бельгии) происходит децентрализация планирования;

Административно ландшафтное планирование подчиняется государству. Для многих стран Европы (Великобритании, Франции, Нидерландов) характерны довольно сильные позиции ландшафтного планирования на национальном уровне. Это позволяет вопреки региональным и локальным интересам проводить в жизнь многие национально значимые решения в области охраны природы и ухода за ландшафтом. В Швейцарии национальная концепция ландшафтного планирования обсуждается вместе с другими отраслевыми планами. Тем самым удастся заранее преодолевать возникающие противоречия и эффективно осуществлять согласованные планы.

Чтобы быть действенным, ландшафтное планирование должно внедрять свои предписания во все отраслевые планы. Пример Дании интересен

как позитивный опыт включения отраслевых планов в общее планирование. Здесь не существует региональных отраслевых планов, но экологичность общих региональных планов контролируют коммуны, участвующие в их разработке. Это способствует насыщению общих региональных планов специальным содержанием и их ориентированности на практическое применение. В целом ландшафтное планирование получает здесь высокие шансы реализовать свои требования на региональном уровне, включая их в другие отраслевые планы. В то же время здесь уменьшаются возможности ландшафтного планирования выдвигать свои независимые требования и формулировать «неудобные» цели, а также вовлекать общественность в принятие решений.

Для эффективного ландшафтного планирования необходимы сбор обобщающей базовой информации и разработка интегральных целей развития всех территорий, чтобы уже после этого определять приоритетные действия, в том числе и по продолжению ландшафтно-планировочных разработок углубленного характера в особо сложных регионах.

В странах Европы наблюдается отчетливый тренд в развитии ландшафтного планирования на основе партнерских отношений и вовлечении в процесс планирования с самого начала всех, кого оно затрагивает. Опыт Швеции и Германии показывает, что ландшафтный план выполняется тем успешнее, чем он более признан общественностью. Поэтому принцип партнерства чрезвычайно важен.

Из всех европейских стран Германия обладает системой ландшафтного планирования, которая более всего пригодна для ее адаптации к природным и социально-экономическим условиям России.

Это обусловлено пятью основными причинами (Ландшафтное планирование....., 2006).

- Обе страны имеют федеративное устройство и значительное региональное разнообразие — природное, культурное, хозяйственное.
- В Германии эффективно сочетаются государственное управление и рыночные механизмы.

- Ландшафтные школы Германии и России близки друг другу.
- Германия имеет опыт трансформации прежней социалистической системы хозяйства восточных земель в общегерманскую.
- Система ландшафтного планирования в Германии характеризуется целостностью и эффективностью.

Для России этот опыт имеет особое значение в условиях новых земельных отношений, упорядочения оборота земли, создания новых сельскохозяйственных предприятий реорганизации старых.

4.1.5. Объекты и основные принципы ландшафтного планирования

Необходимость учета разнообразных функций ландшафта, связанных с разными ландшафтными компонентами, а также взаимосвязей между пространственными структурами ландшафта, ареалами различных форм природопользования и отраслевыми территориальными планами различного содержания определяет перечень объектов, относящихся к компетенции ландшафтного планирования.

Во-первых, объектами ландшафтного планирования должны быть все основные компоненты ландшафта. В общем случае это рельеф и почвы, климат и воды, биотические компоненты и все основные элементы землепользования — поля, поселения, транспортные сети, охраняемые территории и т.п.

Во-вторых, объектами ландшафтного планирования должны быть территории разного масштаба, в пределах которых реализуются различные виды природопользования — от отдельного сельскохозяйственного поля до речного бассейна, от отдельного биотопа, являющегося местом обитания редкого растения или животного, до сети охраняемых биотопов и природных территорий, от небольшого поселения до их системы, связанной транспортными коммуникациями. Это означает, что ландшафтное планирование имеет дело с пространственными структурами и объектами как природного, так и социально-экономического характера с присущими им различными масштабами. Кроме того, планирование тесно привязано к административному делению

территории, в границах которого происходит управление хозяйственным развитием.

Последнее обстоятельство определяет границы разномасштабных территорий, для которых разрабатываются ландшафтные планы — это административно-территориальные образования разного иерархического уровня. Именно в границах таких территорий в ходе ландшафтного планирования анализируются функции всех основных компонентов ландшафта и предлагаются программы и меры для достижения выдвигаемых целей развития.

В целом, ландшафтное планирование реализуется как иерархическая система на трех основных взаимосвязанных масштабных уровнях. Оно включает:

- разработку *ландшафтной программы* развития территории (в масштабе от 1 : 1 000 000 до 1 : 500 000);
- составление *рамочного ландшафтного плана* (в масштабе от 1:200 000 до 1 : 100 000);
- составление *крупномасштабного ландшафтного плана* (в масштабе 1: 25000 и крупнее);
- разработку (или приведение в систему и согласование) нормативных документов по реализации ландшафтных планов и контроль за их выполнением.

Ландшафтная программа — это обзорный плановый документ (карта и пояснительный текст) регионального уровня, определяющий основные направления природопользования и соответствующие им основные ландшафтные функциональные зоны на территории планирования. Ландшафтную программу рекомендуется разрабатывать для территорий субъектов Российской Федерации.

Рамочный ландшафтный план — это совокупность карт и текстов, содержащих среднемасштабные характеристики природно-ресурсного потенциала, задач охраны природы и реального использования территории, а также рекомендации по экологически целесообразному природопользованию и це-

лям развития территории планирования. Рамочный план рекомендуется составлять для административных районов субъектов Федерации.

Ландшафтный план (крупномасштабный) — это совокупность карт и текстов, по своему составу в целом подобных таковым рамочного плана, но предназначенных для согласованного решения задач охраны природы и землепользования конкретными субъектами хозяйственной деятельности и органами управления на низшем (муниципальном) административно-территориальном уровне. Оценки и рекомендации ландшафтного плана основываются на крупномасштабном (достаточно детальном) анализе территории планирования, обеспечивающем реализацию конкретных программ и проектов природопользования и развития территории.

Рассматриваются следующие принципы ландшафтного планирования (Ландшафтное планирование..., 2006). Первым называют принцип **противотока**. Ландшафтная программа обозначает основные направления использования территории (природоохранное, сельскохозяйственное, градостроительное, рекреационное, транспортное и др.), выделяя крупные ареалы или зоны с тем или иным направлением использования не в жестко закрепленных, но ориентировочных границах, нередко представляющих собой не линии, а переходные полосы. Ландшафтный крупномасштабный план, напротив, дает четкое представление о границах всех допустимых видов землепользования, предоставляя каждому землевладельцу возможность определенно знать что можно, и чего нельзя делать на его участке. Рамочный ландшафтный план аккумулирует в обобщенном виде предписания крупномасштабного плана и одновременно конкретизирует предписания ландшафтной программы.

Этот же принцип проявляется и во взаимоотношениях ландшафтного и других форм территориального планирования. Так, при составлении крупномасштабных ландшафтных планов (это нижний иерархический уровень) учитываются материалы отраслевых планов соответствующего крупного масштаба (земле- и лесоустроительных, водохозяйственных, рекреационных, природоохранных и др.). На уровне же ландшафтной программы учитывают-

ся требования инфраструктурного развития страны или обширного региона, диктуемые «сверху» сложившейся сетью и планами развития крупных центров расселения и связывающих их транспортных осей. Так в ландшафтном планировании сопрягаются социальные, хозяйственные и экологические императивы.

Второй важнейший принцип – это **принцип предупреждения** возможных опасных нарушений ландшафта в целях обеспечения его устойчивого развития. Он реализуется посредством сохранения необходимого разнообразия элементов и компонентов ландшафта, системы функциональных связей, допустимого соотношения между измененными и преобразованными территориями и т.п. Для реализации этого принципа используются также свойства самовосстановления растительного покрова, самоочищения водоемов и в целом способность ландшафта к саморегулированию и самоорганизации.

Этот принцип связан **принципом сочетания использования и сохранения**. Он выражается не только в планировании целесообразного соотношения строго охраняемых и активно используемых территорий, но и в соединении функций использования и сохранения на одних и тех же территориях, например, посредством организации экологического туризма в природных резерватах. Этот общий принцип можно представить далее как систему более частных, например:

- использовать ресурсов следует не больше, чем можно их воспроизвести
- количество отходов и выбросов не должно превышать ассимиляционную емкость ландшафта,
- скорости допустимых изменений ландшафта, вызываемых деятельностью людей, должны быть сопоставимы со скоростями естественных процессов.

С последним частным принципом связана необходимость мониторинга эффектов, достигаемых мероприятиями, предписанными планом, а также корректировки планов.

Четвертый принцип ландшафтного планирования это **принцип использования оценок значимости и чувствительности ландшафтных компонентов** при определении целей развития ландшафта. Он перекликается с предыдущим принципом и дополняет его. Смысл этого принципа заключается в сопоставлении оценок значимости всех компонентов ландшафта для выполнения ими природных и социально-экономических функций с оценками чувствительности этих компонентов к предполагаемым или существующим воздействиям на них. Результаты этого сопоставления позволяют определять экологические риски воздействий, связанных с режимами и планами природопользования, выбирать его допустимые формы и рекомендовать защитные или улучшающие меры.

Пятый принцип — **принцип повсеместности ландшафтного планирования**. Он отчасти обусловлен иерархичностью ландшафтного планирования и принципом противотока, но также и тем обстоятельством, что отдельная территория, охваченная ландшафтным планом, будет подвергаться влиянию процессов, происходящих на соседних территориях, не обеспеченных ландшафтными планами. Такое влияние особенно сильно проявляется в случае соседства сельских и городских территорий. Данный принцип позволяет в значительной мере преодолеть несоответствие между природными и административными территориальными структурами, изначально заложенное в ландшафтом планировании.

Шестой общий принцип ландшафтного планирования именуется **принципом партнерства или соучастия** (партиципативности). Он выражается в том, что в процесс планирования вовлекаются не только профессиональные ландшафтные планировщики, но также все затрагиваемые ландшафтным планом и заинтересованные стороны. Это ведомства, занимающиеся отраслевым планированием, местные власти, инициаторы различных проектов и инвесторы, общественные организации и местные жители. Реализация этого принципа обеспечивает эффективное исполнение плана, составленного с учетом интересов и мнений всех затрагиваемых сторон.

4.1.6. Особенности территориального планирования в России

4.1.6.1. Межотраслевое планирование

Из практиковавшихся в России форм территориального планирования ландшафтному более всего были близки районные планировки и территориальные комплексные схемы охраны природы (Тер-КСОПы).

Районная планировка - это выполнявшийся до 1998 г. вид проектных работ, основной целью которого являлось рациональное, взаимосвязанное размещение на конкретной территории производственных предприятий, городов и поселков, транспортных магистралей, инженерных коммуникаций и мест массового отдыха. Районные планировки составлялись на основе всесторонней оценки возможностей территории с учетом географических, экономических, архитектурно-планировочных, инженерно-технических и экологических условий и факторов. Существовало два уровня проектных работ — схемы и проекты районной планировки, различающиеся последовательностью разработки, величиной планируемой территории, спецификой решаемых задач и детальностью проработки.

Территориальная комплексная схема охраны природы (ТерКСОП) — это составлявшийся в 1980-е и 1990-е гг. комплексный план охраны природы какой-либо территории — региона или природного объекта. План включал нормирование антропогенных нагрузок на окружающую среду, устанавливал проблемные ареалы, планировочные ограничения и ограничения на размещение предприятий в целях сохранения экологического баланса. ТерКСОП включал также рекомендации по системе управления окружающей средой и перспективный план мер по охране окружающей природной среды.

В целом принципы и методы районной планировки в определенной мере опирались на ландшафтно-экологические концепции, хотя в реальные проекты эти принципы нередко воплощались весьма формально и недостаточно эффективно. Будучи одним из звеньев иерархической системы территориального планирования, районная планировка подчинялась ее общим

принципам, установившимся в период господства жесткого вертикального планирования «сверху вниз», и потому несла в себе определенные черты централизации всей хозяйственной жизни, всех аспектов управления хозяйством.

Наиболее существенные особенности этой системы таковы:

1. Приоритет интересов экономики, хозяйственного освоения территории.
2. Опора на генеральные схемы расселения и на градостроительные планировочные решения сверху донизу.
3. Подчиненная роль природоохранного подхода.
4. Некоторая необязательность планировочных предложений, выражающаяся, например, в том, что юридическое закрепление границ землепользования осуществлялось другими документами — проектами землеустройства, независимыми от содержания районной планировки и выполняемыми в более крупном масштабе.

На рубеже 1940-х гг., а также в конце 1950-х и начале 1960-х гг., районная планировка была прогрессивно развивающейся формой проектной деятельности, важным каналом проникновения ряда природоохранных идей и ландшафтно-экологических принципов в практику природопользования. Тем не менее, социально-экономическим реалиям и потребностям нашего времени районные планировки не вполне адекватны и полное перенесение этого инструмента в современную практику территориального планирования нежелательно по нескольким причинам.

Главная причина - экологический императив, вынуждающий общество отказываться от примата вульгарно понимаемой экономической выгоды. Затем, процесс перераспределения компетенций между центром и регионами, разделение собственности на землю и полномочий по управлению ею. Далее, это возможность для всех хозяйствующих субъектов вовлекаться в мирохозяйственные связи через прямые контакты с иностранными партнерами, что предопределяет и необходимость согласования нормативной базы природо-

пользования с международными стандартами. Наконец, возрастающее число конфликтов из-за ресурсов, территорий, нарушений прав граждан на экологически благоприятную среду обитания - при том, что механизмы согласования интересов и предупреждения конфликтов в районных планировках почти не развиты или развиты весьма слабо.

Территориальные комплексные схемы охраны природы реализуются в определенной системе карт. Обычно специально составляются следующие карты:

- существующих антропогенных воздействий на природные объекты,
- устойчивости природных объектов к антропогенным воздействиям,
- современного состояния природных объектов,
- планируемых воздействий,
- остроты природоохранных проблем и конфликтов,
- рекомендуемых природоохранных мероприятий.

Обычно ТерКСОПы разрабатывались или как природоохранная часть (раздел) районных планировок, или как самостоятельная форма территориального планирования регионального уровня.

В российской практике и нормативных документах встречаются еще несколько форм территориального планирования.

Комплексные схемы по охране природы и природопользованию введены приказом Министерства охраны окружающей среды № 539 от 29 декабря 1995 г. в одном из разделов «Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности» (§4.6). Согласно инструкции эти схемы должны содержать географическую характеристику территории, анализ современного состояния природной среды и его прогноз при существующем и планируемом хозяйственном воздействии, а также мероприятия по оптимизации среды. Опыт разработки этих схем чрезвычайно беден и, не обладая развитым методическим аппаратом, не может эффективно использоваться в широкой практике.

К территориальному планированию, приближающемуся к ландшафтному планированию, относится функциональное зонирование. Это один из самых широко распространенных инструментов планировочной деятельности. В общем случае при зонировании выделяются территории с различными свойствами, целевым назначением, режимом охраны и т.п. Особое природоохранное значение имеют несколько видов зон.

Буферная зона выделяется вокруг особо охраняемых природных территорий в целях их защиты от неблагоприятных антропогенных воздействий со стороны соседних пространств. В пределах зоны устанавливается особый режим хозяйственной деятельности, регулируемый специальными положениями.

Охранная зона — примыкающая к охраняемому объекту территория, призванная оградить его от отрицательных антропогенных воздействий среды. Такова, например, зона охраны памятников истории и культуры

Вокруг курортов, промышленных предприятий, водных объектов выделяются также зоны санитарной и водной охраны.

Рекреационная зона или зона отдыха — это специально организованная зона массового кратковременного отдыха жителей населенного пункта, размещаемая в пределах зеленой зоны, либо внутри парков и скверов поселений.

Зона чрезвычайной экологической ситуации согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» — это участок территории РФ, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных.

Зона экологического бедствия согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» — это участок территории РФ, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушение природного равновесия, разру-

шение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны. В зоне экологического бедствия прекращается деятельность хозяйственных объектов, кроме тех, которые обслуживают проживающее на территории зоны население, запрещается строительство, реконструкция новых хозяйственных объектов, существенно ограничиваются все виды природопользования, принимаются оперативные меры по восстановлению и воспроизводству природных ресурсов и оздоровлению окружающей природной среды.

К формам территориального планирования можно отнести также **планирование природно-экологического каркаса территории и построение экологических сетей**. Экологическим каркасом территории называют форму пространственно-временной организации территории, способствующую сохранению окружающей среды и рациональному природопользованию. Каркас представляет собой систему ядер (участков строгой охраны видов, охраны местообитаний и охраны ландшафтов) и коридоров (полос, связывающих ядра в систему) разного уровня. Экологический каркас территории выделяется как система земель с такими режимами природопользования для каждого участка, которые предотвращают потерю биологического разнообразия и деградацию ландшафта, а также поддерживают его оптимальное функционирование и динамическую устойчивость. Законодательно и методически эти формы планирования должным образом не обоснованы, но время от времени реализуются на практике.

4.1.6.2. Межхозяйственное и внутрихозяйственное землеустройство

Эти формы территориального планирования были определяющими в организации землепользования колхозов и совхозов до прекращения функционирования государственной землеустроительной службы в начале нового века. В современном учебнике по землеустройству (С.Н.Волков, 2006) межхозяйственное землеустройство определяется как комплекс мероприятий по образованию новых, упорядочиванию и изменению существующих земле-

владений и землепользований, специальных фондов земель, установлению границ и режима использования земель административно-территориальных и других особых формирований (природоохранного, рекреационного, заповедного, историко-культурного назначения и др.), а также отводу земель в натуру (на местности).

Межхозяйственное землеустройство включает:

а) составление проектов образования новых, упорядочения и изменения существующих сельскохозяйственных и несельскохозяйственных землевладений и землепользований с устранением неудобств в расположении земель, а также организации специальных фондов земель и размещения территориальных зон;

б) отвод на основе проектов земельных участков в натуру с оформлением землеустроительных дел;

в) подготовку информации для оформления документов на право собственности на землю и или удостоверяющих право землевладения и землепользования.

Внутрихозяйственное землеустройство определяется как комплекс мероприятий по организации рационального использования и охраны земли и связанных с ней средств производства в конкретных сельскохозяйственных предприятиях, осуществляемый на основе проекта.

Состав, содержание и полнота проектных работ по внутрихозяйственному землеустройству определяются конкретными природными, экономическими и социальными условиями, степенью устроенности территории и освоенности ранее разработанных проектов, а также формой землевладения (землепользования) и хозяйствования. В зависимости от этого составляются проекты внутрихозяйственного землеустройства, проводятся их корректировка и совершенствование, разрабатываются рекомендации по наиболее острым проблемам.

В практике проектирования сложилась определенная система решения задач внутрихозяйственного землеустройства. Она состоит из ряда взаимо-

связанных частей и элементов, которые в совокупности позволяют организовать рациональное использование земли на сельскохозяйственном предприятии. В соответствии с этой системой проект внутрихозяйственного землеустройства состоит из следующих частей (С.Н.Волков, 2006).

1. Размещение производственных подразделений и хозяйственных центров. К хозяйственным центрам относятся населенные пункты вместе с рядом расположенными животноводческими фермами и хозяйственными дворами, имеющими определенное производственное назначение. Хозяйственный центр может быть усадьбой крестьянского хозяйства, центральной усадьбой предприятия или центром его производственного подразделения. Производственные подразделения — это бригады, производственные участки, отделения, внутрихозяйственные кооперативы, участки арендаторов, лиц, объединивших свои земельные доли, подрядных подразделений и т.д.; их земельные массивы имеют определенные площади и границы. Участки, на которых расположены животноводческие фермы, хозяйственные дворы, перерабатывающие и иные цехи, называют производственным центром хозяйства.

2. Размещение внутрихозяйственных (магистральных) дорог, водохозяйственных и других общехозяйственных инженерных сооружений и объектов общехозяйственного назначения. К магистральным внутрихозяйственным относятся дороги, соединяющие центральные усадьбы с производственными подразделениями и другими населенными пунктами, автомобильными дорогами общего пользования, железнодорожными станциями, а также соединяющие подразделения между собой. Инженерные сооружения — это общехозяйственные объекты инженерного оборудования территории: мелиоративные, агролесомелиоративные, водохозяйственные, противозрозионные, площадки для обслуживания автомобилей и т. д.

3. Организация угодий и севооборотов предполагает установление состава и соотношения (структуры) угодий, режима и условий их использования; обоснование трансформации, улучшения и размещения угодий; органи-

зацию системы севооборотов (определение типов, видов, числа, размеров и размещения севооборотов и внесевооборотных участков).

4. Устройство территории севооборотов включает проектирование размещения полевых защитных лесных полос, полевых дорог, полевых станков, источников полевого водоснабжения.

5. Устройство территории плодово-ягодных насаждений заключается в размещении пород и сортов многолетних насаждений, кварталов, бригадных участков, клеток, дорог, защитных лесных насаждений, подсобных хозяйственных центров, водных источников, плодовых и виноградных питомников.

6. Устройство территории пастбищ состоит в проектировании закрепления пастбищ за животноводческими фермами, организации пастбищеоборотов, размещении гуртовых и отарных участков, загонов очередного стравливания, летних лагерей, водных источников и водопойных пунктов, скотопрогонов.

7. Устройство территории сенокосов - в этой части проекта осуществляется организация сенокосов, производится размещение сенокосооборотных и бригадных участков, полевых станков, дорог, водных источников.

Содержание проекта для конкретного сельскохозяйственного предприятия зависит, с одной стороны, от его организационно-производственной структуры, с другой — от зоны расположения хозяйства, природных условий, количества и качества земли. Так, в хозяйстве могут существовать различные производственные подразделения (бригады, звенья и другие коллективы), но их может и не быть, соответственно могут отсутствовать или быть представленными только частично перечисленные выше части и элементы проекта.

Как межхозяйственное землеустройство, так и внутрихозяйственное не были ландшафтными, но они играли важную роль в землепользовании страны, учитывая тем более большие размеры сельскохозяйственных предприятий с разнообразными природными условиями. В период освоения зональ-

ных систем земледелия в 1980-х годах проекты внутрихозяйственного землеустройства стали полнее учитывать экологическое разнообразие территории в связи с ландшафтной дифференциацией систем земледелия. В целом же землеустройство находилось в тисках жесткой плановой политики.

В последние годы вслед за работами М.И.Лопырева наметился “прорыв” к адаптивно-ландшафтному землеустройству, который нашел отражение в учебных пособиях по землеустройству. Появился энциклопедический 6-томный учебник по землеустройству С. Н. Волкова (2001-2002), ориентированный на ландшафтно-экологический подход к земельному проектированию в первом приближении.

Его тома выходили в свет по мере окончательного разрушения земельной службы. Он «прозвучал как реквием» по погибшему землеустройству. К сожалению, в нем не нашлось места для глубокого критического анализа этой сферы организационно-сельскохозяйственной деятельности как в прошлом, так и в процессе земельного реформирования. Остались непонятными причины этой утраты, тем более, что руководство земельными проблемами в стране осуществлялось землеустроителями на уровне правительственного Земельного комитета и Минсельхоза РФ.

Ущерб от утраты землеустроительной службы при всех ее недостатках, которые мы в свое время критиковали, трудно измерить. Как известно, реформирование сельскохозяйственных предприятий в 1992-1993 гг. проводилось ускоренно и неподготовленно. Государство самоустранилось от важнейшей своей функции – землеустройства, которое является главным механизмом в наведении порядка на земле, решения экологических, правовых, социально-экономических, организационно-территориальных задач. В поле зрения государства оказались в основном фискальные и политические цели, перераспределение земельной собственности, земельно-кадастровые действия безотносительно к использованию земель. Вообще, посягать на крупные земельные преобразования, переход к новому земельному строю с новыми формами хозяйствования, землевладения и землепользования с пере-

распределением земель без землеустройства – это особый феномен земельной реформы. Казалось бы, именно землеустройство должно было стать главным рычагом государственной земельной политики, управления земельными ресурсами, научно обоснованного перераспределения, использования и охраны земель во избежание всевозможных перекосов.

С учетом сложившейся обстановки в землепользовании актуальность создания системы землеустройства и агроэкологического мониторинга земель существенно обостряется.

Основными целями современного землеустройства являются:

1. Обоснование и реализация государственной политики в организации рационального использования и охраны всех категорий земель независимо от форм собственности на землю.

2. Создание условий для равноправного развития различных форм хозяйствования на земле.

3. Проведение инвентаризации земель и систематическое выявление неиспользуемых, нерационально используемых, используемых не по целевому назначению земель. Обеспечение целевого использования земель. Выявление и консервация деградированных сельскохозяйственных угодий.

4. Создание территориальных условий для рационального функционирования агропромышленного производства.

5. Разработка проектов внутрихозяйственного землеустройства, а также рабочих проектов по рекультивации нарушенных земель, защите почв от водной и ветровой эрозии и других видов деградации. Развитие новых подходов к противоэрозионной и мелиоративной организации территории, конструированию агроландшафтов.

6. Проведение землеоценочных работ.

7. Государственный контроль за использованием и охраной земель: подготовка законодательных и нормативных актов, проверка и экспертиза изменения качественного состояния земель, принятие мер по устранению нарушений земельного законодательства.

8. Ведение земельного кадастра (регистрация, учет и оценка земель).

9. Ведение мониторинга земель.

Современное адаптивное землеустройство должно стать одним из важнейших средств регулирования отношений общества и природы, призванным уменьшить экологические противоречия агропромышленного производства. Это возможно лишь в том случае, если оно будет основываться на ландшафтном планировании и проектировании.

В результате дикого земельного рынка возникло множество тупиковых ситуаций, когда всевозможные компании скупали участки земель разных размеров от сотен до тысяч гектаров и не могут определиться с их использованием. Другие собственники, создав предприятие, практикуют бессменные культуры, беспорядочно размещая их безотносительно к агроэкологическим условиям. Складывается произвольная хозяйственная инфраструктура с чересполосицей, вкрапливанием, дальнотельем. Следствие всего этого – большие производственные и экологические издержки, деградация ландшафтов.

4.1.6.3. Перспективы развития территориального планирования

Схематичный обзор ландшафтного планирования представлен не просто как фон, на котором рассматривается проблема проектирования агроландшафтов. В процессе их проектирования в сельскохозяйственных предприятиях постоянно возникает необходимость соотнесения проектируемого агроландшафта с соседними ландшафтами, определения его положения в геохимическом ландшафте, в бассейновой структуре. Ситуация осложняется в случаях соседствующих предприятий с загрязняющими воздействиями. При проектировании новых предприятий из участков приобретаемых земель важно учитывать их связи в ландшафте. Земельные аукционы и все процедуры, связанные с оборотом земли, должны были бы выполняться на ландшафтно-плановой основе. Дикий рынок, произвольное манипулирование земельными участками самых разных размеров и качества заводит в тупик земледелие.

Очевидно, проектирование агроландшафтов должно оцениваться на основе некоего среднемасштабного рамочного плана в соответствии с методологией рассмотренного выше ландшафтного планирования. На стадии рамочного плана должны определяться назначение и характер использования территории: рекреационное, селитебное, лесохозяйственное, размещение промышленности или энергетики, добыча полезных ископаемых и т.д. При этом необходим альтернативный подход с обоснованием выбора того или иного решения. Например, прежде чем осуществлять нефтедобычу или разработку других полезных ископаемых в районах с богатейшими черноземными почвами следовало бы сопоставить предполагаемый эффект с сельскохозяйственным использованием почв. То же касается различных альтернатив сельскохозяйственному использованию пойменных земель (затопление при строительстве ГЭС, уничтожение драгами при добыче золота и т.п.).

В самом сельскохозяйственном направлении использования земель требуют ландшафто-экологического и социально-экономического обоснования специализация производства, размещение животноводства, переработки продукции, крупные мелиоративные преобразования, выбор уровня интенсификации производства и др.

В советское время эти задачи так или иначе решались в системе межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства, хотя и не на ландшафтной основе в современном понимании. Методическим руководством для этих работ служили «Системы ведения сельского хозяйства» областей, краев и автономных республик, которые систематически переиздавались. Данный опыт, как и землеустроительное проектирование, был отброшен реформаторами, хотя в нем было много полезного и необходимого. Были в нем и элементы ландшафтно-экологического подхода. В своей практике земельно-го проектирования мы всегда использовали этот опыт. Качество землеустроительных проектов сильно различалось, но были среди них и сильно продвинутые, по сути близкие к современным.

Большая часть этих документов, как и другие материалы «Гипроземов», включая крупномасштабные почвенные карты, имеют значительную ценность и будут использоваться по мере стабилизации земельной политики. Важно, чтобы они сохранились.

Что касается ландшафтного планирования на уровне национальной экономики, то эта проблема чрезвычайно важна для России с ее необычным природным и социальным многообразием. Оно несомненно будет развиваться, используя мировой опыт, но потребуются время для государственного ее осмысления. Особой активности государства следует ожидать в области урегулирования земельных отношений, оборота земли и ее использования в АПК страны, иначе не избежны потери.

Проблема земельного проектирования должна решаться соответствующей земельной службой. Основой его на данном этапе должно быть проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и соответственно агроландшафтов.

Разумеется, эти задачи должны получить системное выражение в генеральной концепции ландшафтного планирования в России, создание которой должно стать одной из ближайших задач отечественной науки.

4.2. Проект АЛСЗ как составная часть проекта внутрихозяйственного землеустройства

4.2.1. Анализ производственной деятельности сельскохозяйственного предприятия

На стадии подготовительных и обследовательских работ производится сбор, изучение и систематизация отчетных, проектных, картографических и других материалов, характеризующих социально-экономическое состояние хозяйства, его хозяйственную деятельность, качественное состояние и условия использования земель. Анализ этих материалов выполняется по следующим параметрам.

- Характеристика землепользования (землевладения), его местоположение относительно районного центра, пунктов реализации сельскохозяйственной продукции; наличие населенных пунктов; численность населения, в том числе работоспособного и работающего на сельскохозяйственном предприятии; размеры хозяйства; наличие, размеры и размещение участков постороннего пользования; состав и структура угодий; режим и условия пользования землей.

- Организационно-производственная структура хозяйства, число, размеры и размещение производственных подразделений; внутрихозяйственная специализация, размещение производственных центров, в том числе животноводческих ферм, структура животноводства.

- Структура посевных площадей и севообороты, размещение полей и производственных участков, площади и состояние защитных лесных насаждений, недостатки устройства территории севооборотов, сокращение посевных площадей и т.д.

- Состояние сенокосно-пастбищных угодий, плодово-ягодных насаждений, мелиорированных земель, лесных насаждений, противоэрозионных насаждений и др.

- Состояние машинно-тракторного парка.

- Оценка эффективности использования земельных ресурсов (выход валовой и товарной продукции, урожайность культур, надой на фуражную корову, привесы животных, объем производства сельскохозяйственной продукции на 100 га пашни и сельскохозяйственных угодий, валовой доход, прибыль, себестоимость продукции, фондо- и трудоемкость, окупаемость затрат на 1 га и др),

- Анализ обеспеченности основными средствами производства и эффективности их использования: анализ структуры основных средств; расчет показателей воспроизводства основных фондов (коэффициент обновления, коэффициент выбытия, коэффициент износа); обеспеченность предприятия основными фондами (фондообеспеченность, энер-

гообеспеченность, фондовооруженность, энерговооруженность); анализ эффективности использования основных средств на предприятии (фондоотдача, фондоемкость).

- Анализ использования трудовых ресурсов и фонда оплаты труда: изучение и оценка обеспеченности предприятия и его структурных подразделений трудовыми ресурсами в целом, а также по категориям и профессиям; определение показателей текучести кадров (коэффициент оборота по приему работников, коэффициент оборота по выбытию, коэффициент текучести кадров, коэффициент постоянства состава персонала предприятия); анализ данных об использовании трудовых ресурсов; оценка производительности труда (производства валовой продукции на среднегодового работника, занятого в сельскохозяйственном производстве с учетом обслуживающего и управленческого персонала; производство валовой продукции на один человеко-день и 1 человеко-час; прямые затраты труда на производство единицы продукции).

- Анализ себестоимости, рентабельности и финансовых результатов.

- Анализ финансового состояния сельскохозяйственного предприятия с целью оценки его платежеспособности, использования капитала, ликвидности активов, прибыльности и др. Горизонтальный анализ бухгалтерского баланса, вертикальный (структурный анализ) бухгалтерского баланса, сравнительный аналитический баланс, анализ финансовой устойчивости, анализ ликвидности, анализ оборачиваемости капитала.

4.2.2. Обоснование специализации производства, соотношения и структуры сельскохозяйственных угодий

Эти категории определяются с одной стороны экологическими условиями хозяйства, а с другой – требованиями рынка и производственным потенциалом товаропроизводителя. Агроэкологические условия и природно-

ресурсный потенциал хозяйства раскрываются материалами почвенно-ландшафтного картографирования и агроэкологической оценки земель. Потенциальные возможности растениеводства и животноводства определяются исходя из соотношения и природно-хозяйственных характеристик агроэкологических групп земель. Чем выше доля плакорных земель, тем больше степеней свободы в производственной деятельности товаропроизводителя, в частности в отношении набора культур, выбора агротехнологий, повышения уровня их интенсификации, в частности применения зерно-пропашных севооборотов с высоким насыщением пропашными культурами и т. д.

На землях более сложных агроэкологических групп – эрозионных, переувлажненных, солонцовых, литогенных и других с ограниченными возможностями возделывания многих полевых культур без мелиоративного улучшения повышается роль устойчивых кормовых растений и соответственно кормовых севооборотов, пастбищеоборотов, сенокосооборотов.

Пространственная дифференциация систем земледелия в соответствии с агроэкологическими группами и типами земель включает наряду с созданием наиболее благоприятных условий для получения сельскохозяйственной продукции обеспечение экологической устойчивости ландшафта. Последнее требование является приоритетным в свете природоохранной парадигмы природопользования (экологический императив). Оно должно достигаться такой структурой угодий и размещением ее элементов, чтобы можно было вместе с агротехническими мероприятиями предотвратить чрезмерный поверхностный сток, смыв почвы, ветровую эрозию, развитие просадочных, оползневых явлений, подтопление, заболачивание и т. д.

Современная картина использования земель далеко не соответствует этим требованиям. Издержки декларативного землепользования в советский период и последствия постсоветского аграрного кризиса сплелись в сложный узел противоречий, преодоление которых составит главную задачу проектирования АЛСЗ на данном этапе. Первоочередной вопрос – снижение распаханности сельскохозяйственных земель, достигающей во многих районах

страны 80 % и более, вывод из севооборота маргинальных земель. Процесс сокращения пашни получил стихийное развитие во второй половине 90-х годов, он был следствием экономической несостоятельности товаропроизводителей и неадекватной земельной политики. Поэтому наряду с маргинальными землями из пашни выпало много благополучных земель, которые находятся в различных стадиях бурьянистого перелога.

Процесс оптимизации доли пашни в составе сельскохозяйственных угодий не поддается упрощенной формализации и строгому нормированию. Здесь неприемлемы появляющиеся в последние годы рецепты с указанием доли пашни (30, 40, 50 % для разных зон), поскольку ландшафты в каждой зоне чрезвычайно разнообразны и устойчивость их зависит не только от доли пашни в составе угодий, но еще больше от ее инфраструктуры, чередования в пространстве полей севооборотов, участков пастбищ, сенокосов, леса и т. п. В данной связи приобретает значение такое понятие как критические параметры севооборотного массива, в частности, предельно возможная площадь сплошной распашки, при превышении которой существенно возрастает опасность развития дефляции, водной эрозии, обсыхания территории вследствие усиления поверхностного стока и уменьшения грунтового, ослабляется влияние полезной фауны (птиц, энтомофагов и др.). Это относится в основном к лесостепной и степной зонам. Оптимизация структуры угодий в этих зонах будет сопряжена в первую очередь с выводом из пашни большей части маргинальных земель (сильно и среднеэрозионных, сильносолонцовых, литогенных, и др.) в состав естественных сенокосов, пастбищ и других угодий. Это создает определенную мозаичность при снижении общей распаханности территории. Данная задача включает залужение и залесение очагов деградации. Далее следует ориентироваться на восстановление лесов (на месте бывших островных, ленточных и др.), воссоздание их в местах, где особо важна их водоохранная, водорегулирующая и в целом природоохранная роль. Такая стратегия наряду с развитием внутрислоевой экологической инфраструктуры (создание водорегулирующих лесных полос, залужение эрозионных ложбин

стока, полосное размещение полевых культур и многолетних трав) будет способствовать существенному оздоровлению экологической обстановки и интенсификации земледелия.

В процессе этих работ решается задача трансформации в пашню или кормовые угодья залежных земель в зависимости от их агроэкологических характеристик.

Определенная стратегия требуется и в отношении водной составляющей сельхозугодий. Суть ее в упорядочении использования поверхностных вод и разработке нового подхода к регулированию поверхностного стока, использованию и строительству водохранилищ с учетом ландшафтно-геохимических связей во избежание проявлений вторичного гидроморфизма, получивших широкое распространение.

Конкретные решения по структуре угодий будут приниматься также с учетом новой структурной и технологической политики в развитии животноводства.

4.2.3. Определение организационно-производственной структуры хозяйства, состава, количества и размеров производственных подразделений

При размещении подразделений и хозяйственных центров проектирование начинается с обоснования организационно-производственной структуры хозяйства, ее увязки с особенностями землевладения и землепользования, расселения, организации производства и территории. Организационно-производственная структура хозяйства - это такое сочетание внутрихозяйственных производственных подразделений и аппарата управления, которое обеспечивает определенную организацию и управление производством, закрепление и использование земли, других средств производства и трудовых ресурсов. В настоящее время чаще всего встречаются отраслевая, территориальная и комбинированная структуры.

Отраслевая структура сочетает централизованное управление предприятием с функционированием специализированных подразделений (цехов, бригад, звеньев, ферм, организуемых по отраслям - полеводству, кормопроизводству, овощеводству, садоводству, свиноводству и т.д.). Ее целесообразно применять в хозяйствах, имеющих небольшое по площади, компактное землевладение, один основной населенный пункт, хорошую дорожную связь со всеми земельными массивами, высокий уровень специализации и концентрации производства. Такая структура основана на тесной увязке административного и технологического руководства и дает наибольший эффект на предприятиях, обеспеченных квалифицированными кадрами с высоким уровнем механизации производства. Она характерна для многих овоще-молочных, плодово-ягодных, свиноводческих, молочных хозяйств.

Территориальная структура предполагает сочетание центрального аппарата и комплексных производственных подразделений (отделений, производственных участков, комплексных бригад). Как правило, она бывает двух – или трехступенчатой (например, предприятие - комплексное подразделение - специализированная бригада). Аппарат управления предприятием базируется на центральной усадьбе, комплексных производственных подразделений - на усадьбах производственных участков, специализированных бригад - на фермах, полевых станах или в других производственных центрах. Структура такого типа используется в хозяйствах, занимающих обширную территорию, имеющих несколько населенных пунктов, вытянутое землевладение (землепользование) или большие обособленные массивы обрабатываемых земель. Особенно широкое распространение она получила в зерно-скотоводческих и зерновых хозяйствах.

Комбинированная структура сочетает в себе принципы территориальной и отраслевой структуры. Она предусматривает прямое подчинение центральному аппарату управления как комплексных производственных подразделений, так и специализированных бригад (цехов). Ее рекомендуется вводить на предприятиях, развивающих быстрыми темпами основные отрасли,

которые в целях концентрации и улучшения технологий выделяются в самостоятельные подразделения, охватывающие несколько крупных селений или осуществляющие производство на нескольких разобщенных массивах.

После обоснования организационно-производственной структуры хозяйства решают вопрос о формах, количестве и размерах производственных подразделений. В результате аграрных преобразований, на предприятиях появилось множество крестьянских хозяйств и подразделений, работающих на коммерческом расчете, аренде, подряде, а также в качестве кооперативов, паевых товариществ, дочерних компаний. Важно установить, какие производственные подразделения и на каких принципах получили землю, на какой срок она за ними закреплена, определить площади, местоположение и границы этих земель. В зависимости от территориальной общности, иерархического уровня и способов закрепления земли различают отделения (производственные участки, цехи), бригады, отряды, звенья.

В проекте внутрихозяйственного землеустройства устанавливают количество, размеры и размещение отделений, производственных участков, бригад, цехов, за которыми закрепляется земля.

При определении размеров производственных подразделений по земельной площади учитывают:

- формы собственности на землю, землевладения и землепользования, применяемые в хозяйстве;
- специализацию производственных подразделений;
- плодородие земель хозяйства, их местоположение, конфигурацию и другие особенности;
- формы производственных подразделений, размеры трудовых коллективов, уровень фондооснащенности и организации труда;
- размеры животноводческих отраслей;
- систему расселения в хозяйстве;

- оптимальные размеры производственных подразделений, рекомендуемые научно-исследовательскими учреждениями для зоны расположения хозяйства.

Внутрихозяйственные производственные подразделения по их виду и уровню специализации подразделяют на комплексные, занимающиеся производством нескольких видов продукции (например, производством, откормом скота и заготовкой кормов) и специализированные, возделывающие одну-две культуры или обслуживающие одну группу животных.

При обосновании специализации производственных подразделений нужно стремиться к тому, чтобы состав угодий, культур и животных, закрепляемых за подразделением, обеспечивал по возможности равномерную загрузку работников в течение всего года при ограниченном привлечении ресурсов со стороны. Это условие лучше выполняется при организации комплексных подразделений.

4.2.4. Подбор и размещение сельскохозяйственных культур с использованием ГИС – технологий

Непосредственное проектирование АЛСЗ, то есть принятие конкретных решений, начинается с выбора и размещения сельскохозяйственных культур, их сортов и технологий возделывания. Определяющими обстоятельствами в данном отношении являются степень соответствия агроэкологических условий землевладения или землепользования агроэкологическим требованиям сельскохозяйственных культур, имеющих спрос на рынке (прямо через продукцию растениеводства, или косвенно через продукцию животноводства), и эффективность их возделывания.

Выбор культур для хозяйства и поля осуществляют на основе изучения комплекса взаимосвязанных факторов. Растения могут нормально развиваться только при соответствии экологических условий обитания их биологическим требованиям.

На плодородных почвах выращивают более требовательные высокоурожайные культуры, часто имеющие недостаточно мощную корневую систему (пшеница яровая и озимая, сахарная свекла, ячмень, горох, фасоль, лен, конопля и др.). Менее требовательны к плодородию почвы культуры, отличающиеся хорошо развитой корневой системой или повышенной усвояющей способностью корней (рожь, сорго, овес, нут, чина, пелюшка, люпин желтый и синий, сераделла, гречиха и др.). Они меньше снижают урожайность при выращивании их на смытых, супесчаных и других почвах с пониженным плодородием.

На эродированных почвах сильнее других снижают урожайность сахарная свекла, картофель, подсолнечник, конопля, махорка, пшеница, просо. Их необходимо выращивать на несмытых почвах равнин. Среднетребовательные культуры (ячмень, гречиха, зернобобовые, однолетние травы) допустимо возделывать на склоновых землях средней эродированности. На сильносмытых почвах нужно выращивать малотребовательные культуры (овес, озимую рожь, люцерну желтую, эспарцет песчаный, донники желтый и белый, житняк и др.).

На почвах с щелочной реакцией почвенного раствора высевают люцерну, сахарную свеклу, нут, капусту, с нейтральной или слабокислой – пшеницу, ячмень, кукурузу, зернобобовые, подсолнечник, клевер и на кислых почвах – люпин, сераделлу, турнепс, брюкву, картофель. Рожь, овес, гречиха, просо, тимopheевка сравнительно малотребовательны к реакции почвенного раствора.

На засоленных почвах высевают люцерну желтую, лядвенец рогатый, донник, житняк, нут, ячмень, арбуз, сафлор, рапс, горчицу и сахарную свеклу. Неустойчивы к засолению фасоль, гречиха, кукуруза, клевер луговой, клевер ползучий, лисохвост и др. На тяжелых хорошо гумусированных почвах растения страдают от засоления меньше, чем на малогумусных песчаных почвах. На карбонатных почвах лучше удаются представители семейства Бобовых (эспарцет песчаный, донник желтый и белый, люцерна желтая, нут,

соя), Мятликовых (овсяница красная, житняк гребневидный, рожь, ячмень, кукуруза), амарант и некоторые виды семейства Капустных (вайда красильная, сурепица и др.).

Легкие (песчаные и супесчаные) удобренные почвы можно использовать для возделывания озимой ржи, овса песчаного, сорго, картофеля, турнепса, арбуза, дыни, сераделлы, эспарцета песчаного, люцерны желтой и житняка. Не выносят песчаных почв кукуруза, пшеница, ячмень, горох, сахарная свекла и другие высокотребовательные культуры. Среднесуглинистые почвы больше подходят для овса, проса, сорго, гречихи, ячменя, подсолнечника, сои, фасоли, гороха, картофеля. Тяжелосуглинистые и глинистые структурные почвы предпочтительны для озимой и яровой пшеницы, ячменя, кукурузы, ржи, подсолнечника, кориандра, нута, фасоли, сахарной свеклы, конопли, вики, клевера лугового, донника желтого и белого, люцерны синей.

Оптимальная объемная масса черноземных почв для зерновых колосовых колеблется от 1,05 до 1,30 г/см³, для картофеля - 0,90-1,05, сахарной свеклы - 1,00-1,26, кукурузы - 1,05-1,30 г/см³. Люцерна, люпин, особенно донник могут нормально развиваться и при большей плотности почвы (1,30-1,40 г/см³).

В засушливых и теплообеспеченных районах лучше сеять короткодневные засухоустойчивые (с глубокоразвитой корневой системой или экономно расходующие влагу и имеющие транспирационный коэффициент 250-300) культуры – сорго, просо, кукуруза, нут, чина, люцерна, сахарная свекла, подсолнечник, житняк, катран, вайда и др., а во влагообеспеченных районах – длиннодневные типичные хлеба, картофель, рапс, гречиха, кормовые бобы, вика, сераделла и др., у которых транспирационный коэффициент составляет 450-500 и более. Лучше обеспечены влагой растения на северных склонах и в низинах, хуже - в верхней части южных склонов.

Для северных районов РФ лучше подходят конопля, лен, рыжик, горчица, клевер, рожь, пшеница, ячмень, вика, горох, чечевица, чина, всходы которых устойчивы к холодам и заморозкам (до -8°C), для средней полосы –

среднетребовательные к теплу подсолнечник, свекла, картофель, люпин, кормовые бобы и др., а для южных районов РФ – теплолюбивые кукуруза, просо, соя, суданская трава, фасоль, сорго, арбуз, тыква, арахис. Наиболее жаростойки сорго, просо, ячмень, нут и чина.

При подборе культур для залужения пойм следует учитывать их устойчивость к длительному затоплению. Выдерживают ранневесеннее затопление половодьем до 30-40 дней и более канареечник тростниковидный, бекмания обыкновенная, лисохвост луговой, кострец безостый, пырей ползучий и мышиный горошек. Тимофеевка луговая, клевер белый, клевер розовый, лядвенец рогатый, люцерна желтая и желтогибридная среднеустойчивы к затоплению (25-30 дней); пырей бескорневищный, овсяница луговая, мятлик луговой – слабоустойчивы (до 15 дней), а эспарцет, клевер луговой, люцерна синегибридная, ежа сборная, житняк гребневидный неустойчивы к затоплению (4-10 дней). Кратковременное затопление талой водой (10-15 до 20 дней) может выдержать также озимая пшеница, и рожь. При летней повышенной температуре многолетние травы выдерживают затопление не более 20-26 часов и зерновые культуры – 5-12 часов.

Разработка агроэкологических карт. После обоснования специализации производства с учетом прогнозов конъюнктуры рынка и соответственно объемов продукции растениеводства приступают к разработке карт пригодности земель для возделывания требуемых сельскохозяйственных культур, то есть агроэкологических карт. Данная работа выполняется на основе электронной карты агроэкологических групп и видов земель путем сопоставления требований растений по всему набору параметров с агроэкологическими параметрами каждого элементарного участка земель, представленными в банке данных ЭАА (вида земель). Каждому ЭАА, в зависимости от его агроэкологических характеристик, присваиваются категории пригодности для возделывания различных культур. Данный этап, отличающийся большой трудоемкостью, хорошо поддается автоматизации.

Методом автоматизированной сортировки и выборки ЭАА по категориям пригодности формируются электронные агроэкологические карты пригодности земель для возделывания отдельных культур. На данных картах, помимо категорий пригодности, указываются рекомендуемые сорта и агротехнологии.

4.2.5. Проектирование севооборотов и полевой инфраструктуры

Экологические критерии. В земледельческой науке сформирован разносторонний подход к формированию севооборотов, в основе которого лежат следующие критерии: регулирование режима органического вещества почвы и минеральных элементов питания; поддержание удовлетворительно-го структурного состояния почвы; регулирование водного баланса агроценозов; предотвращение процессов эрозии и дефляции; уменьшение засоренности посевов; регулирование фитосанитарного состояния почвы.

Первая задача – найти экологическую нишу той или иной культуры; подобрать близкие по агроэкологическим требованиям группы культур для определенной категории земель. Такое экологически обусловленное размещение культур наиболее эффективно в экономическом отношении и в наибольшей мере решает задачи предотвращения деградации агроландшафтов, поскольку учитывается средообразующее влияние культур и технологий их возделывания. Там, где площади земель тех или иных агроэкологических типов не позволяют развернуть севооборот в пространстве, чередование культур осуществляется лишь во времени. Это важно и в связи с изменяющейся конъюнктурой рынка, когда товаропроизводителям приходится менять структуру посевных площадей.

Социально-экономические критерии. Помимо природных факторов проектирование севооборотов различных типов и размеров определяется социально-экономическими условиями: специализацией производства, формами организации труда, обеспеченностью трудовыми ресурсами, технической

оснащенностью, размещением хозяйственных центров, состоянием дорожной сети и др.

Формирование севооборотов – многоплановая задача, связанная с поиском компромиссов между экологическими и социальными требованиями производства. Экологические функции севооборотов часто находятся в противоречии с требованиями специализации производства, когда товаропроизводитель сокращает набор культур, требующих различных технологических комплексов по возделыванию, хранению и переработке и концентрирует их производство в специализированных севооборотах.

Преимущества специализации сельскохозяйственного производства обусловлены снижением потребности в технических средствах, использованием наиболее эффективных достижений научно-технического прогресса, современных средств автоматизации, снижением потребности в специалистах и повышением их профессионального уровня, возможностью совершенствования технологий с целью повышения качества продукции.

Ограничения, налагаемые социальными условиями, еще более сужают свободу выбора. Чем больше видов продукции производит хозяйство, тем сложнее организовать их производство и труднее выдерживать конкуренцию, особенно для малочисленных коллективов. Современные достижения в области химизации земледелия позволяют в определенной мере сгладить эти противоречия. При оптимальной обеспеченности удобрениями и пестицидами, использовании устойчивых к болезням сортов, биопрепаратов значение культурооборота в отношении регулирования минерального питания растений, борьбы с сорняками, болезнями и вредителями ослабляется, возрастают возможности повторного возделывания культур. Задача проектировщика заключается в том, чтобы найти компромиссное решение, не переходя однако предельные возможности насыщения севооборотов теми или иными культурами, установленные зональными НИИ для различных условий. Непреодолимым препятствием на пути углубления специализации севооборотов пока что остается биологическое утомление вследствие накопления в почве колинов.

Большинство других сдерживающих факторов может быть преодолено различными средствами, вопрос, однако, в степени их затратности и экологической безопасности.

Оптимизация структуры пашни и севооборотов. Перспективы совершенствования структуры пашни и севооборотов помимо рационального размещения культур и их чередования связаны с оптимизацией доли чистого пара и многолетних трав, расширением посевов бобовых культур, введением пожнивных посевов.

Чистый пар – одна из наиболее противоречивых категорий в земледелии. При всем значении чистого пара ему присущи такие серьезные недостатки, как повышенная эрозионная опасность, сокращение поступления в почву растительных остатков, чрезмерная минерализация органического вещества, потери азота вследствие миграции нитратов за пределы корнеобитаемого слоя, высокий непроизводительный расход влаги. Из-за этих недостатков чистый пар оказывается своего рода данью ради устойчивости производства зерна и некоторых других культур, поскольку его роль связывается с созданием определенной влагообеспеченности посевов, преодолением засоренности, накоплением минерального азота в почве, улучшением фитосанитарной ситуации, снижением напряженности полевых работ в периоды максимальных нагрузок, получением высококачественного зерна. Вследствие такой неоднозначности данная проблема постоянно сопровождается дискуссиями о целесообразности чистого пара и его долевого участия в севооборотах. Решая эту задачу, следует исходить из того, насколько его функции могут быть заменены другими средствами. Если регулирование минерального питания и фитосанитарной ситуации достигается применением удобрений, гербицидов и средств борьбы с сорняками, а производственные пиковые нагрузки снимаются дополнительными производственными ресурсами, то главным критерием чистого пара или замены его занятым становится влагообеспеченность. С этих позиций с учетом имеющихся экспериментальных данных и производственного опыта можно полагать, например, что в лесостепных районах возделывания яровой пшеницы при оптимальной обеспеченности агро-

химическими ресурсами и соответствующей культуре земледелия чистый пар может уступать место занятому. Исключение составляют севообороты с озимыми культурами.

В лесостепи Европейской части чистый пар имеет страховочное значение при возделывании озимой пшеницы, особенно в звене пар – озимая пшеница – сахарная свекла. При этом доля чистого пара в пашне составляет 5...7%. При низком уровне обеспеченности агрохимическими ресурсами и повышенной засоренности полей она может возрасти до 7...10% и более.

В восточных районах страны чистый пар – необходимый предшественник под озимую рожь в связи с коротким теплым периодом.

В степной зоне чистый пар рассматривается как необходимое условие устойчивого производства зерна. Доля его в пашне может составлять 17...20 % и более.

21. Предшественники сельскохозяйственных культур в севооборотах

Культуры	Предшественники																			
	Озимая пшени-ца	Ози-мая рожь	Яровая пшени-ца	Яч-мень	Овес	Го-рох	Вика	Про-со	Гре-чиха	Подсол-сол-нечник	Сахар-ная свекла	Карто-то-фель	Куку-руза на з.к.	Куку-руза на силос	Куку-руза на зерно	Бобово-злаковые смеси	Клевер, эспар-цет	Ко-стер	Кормовые .корнепло ды	Чер-ный пар
Озимая пшеница	Д	Д	Нд	Нд	Нд	Ц	Д	Нд	Д	Нд	Нд	Д	Ц	Д	Нд	Ц	Ц	Д	Нд	Ц
Озимая рожь	Д	Д	Нд	Нд	Нд	Ц	Д	Нд	Д	Нд	Нд	Д	Ц	Д	Нд	Ц	Ц	Д	Нд	Ц
Яровая пшеница	Ц	Ц	Нд	Нд	Нд	Ц	Ц	Д	Д	Д	Ц	Ц	Нр	Ц	Д	Ц	Ц	Ц	Ц	Нр
Ячмень	Ц	Ц	Нд	Нд	Д	Нр	Ц	Ц	Ц	Д	Ц	Ц	Нр	Ц	Д	Нр	Нр	Ц	Ц	Нр
Овес	Ц	Ц	Нд	Нд	Нд	Нр	Ц	Ц	Ц	Д	Ц	Ц	Нр	Ц	Д	Нр	Нр	Ц	Ц	Нр
Горох	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Нд	Нд	Ц	Ц	Д	Д	Д	Нр	Ц	Д	Нр	Нр	Ц	Д	Нр
Вика, чина	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Нд	Нд	Ц	Ц	Нд	Д	Д	Нр	Ц	Д	Нр	Нр	Ц	Д	Нр
Просо	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Нд	Ц	Д	Ц	Ц	Нр	Нд	Д	Ц	Ц	Ц	Ц	Нр
Гречиха	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Нр	Ц	Д	Д	Нд	Ц	Ц	Нр	Ц	Д	Нр	Нр	Ц	Д	Нр
Подсолнечник	Ц	Ц	Д	Ц	Д	Нр	Нр	Д	Д	Нд	Нд	Ц	Нр	Д	Нд	Нр	Нр	Нр	Нд	Нр
Кукуруза	Ц	Ц	Д	Ц	Ц	Нр	Нр	Д	Нр	Д	Нд	Д	Нр	Ц	Д	Д	Нд	Нд	Д	Нр
Сахарная свекла	Ц	Ц	Д	Д	Нд	Нр	Нр	Д	Д	Нд	Нд	Д	Нр	Нд	Нд	Нр	Нд	Нд	Нд	Нр
Картофель	Ц	Ц	Д	Д	Д	Нр	Нр	Д	Д	Нд	Д	Д	Нр	Д	Нд	Нд	Нд	Нд	Нд	Нр
Бобово-злаковые	Нр	Нр	Ц	Ц	Ц	Нр	Нр	Ц	Ц	Д	Нр	Нр	Нр	Нр	Ц	Нр	Нд	Д	Нр	Нр
Люцерна, эспарцет	Нр	Нр	Ц	Ц	Ц	Нр	Нр	Ц	Ц	Нд	Нр	Нр	Нр	Нр	Ц	Нр	Нр	Д	Д	Нр
Костер	Нр	Нр	Ц	Ц	Ц	Нр	Нр	Ц	Ц	Нд	Д	Д	Нр	Нр	Нд	Нр	Нр	Нд	Д	Нр
Корм.корнеплоды	Ц	Ц	Д	Д	Д	Нр	Нр	Д	Д	Нд	Нд	Нр	Нр	Д	Д	Нр	Нр	Д	Нд	Нр
Черный пар	Нр	Нр	Ц	Ц	Ц	Нр	Нр	Ц	Нр	Д	Нр	Нр	Нр	Нр	Нр	Нр	Нр	Нр	Нр	Нд
Примечание. Чередование культур: Ц – наиболее целесообразное, Д – допустимое, Нр – нерациональное, Нд – недопустимое.																				

В оптимизации посевных площадей и севооборотов велика и разнообразна роль многолетних трав, изменяющаяся в зависимости от зональных и ландшафтных условий и уровня интенсификации земледелия. В степной зоне многолетние травы необходимо размещать в почвозащитных севооборотах на эрозионно- и дефляционноопасных землях, на почвах с близким залеганием грунтовых вод и дополнительном поверхностным увлажнением, в севооборотах на орошаемых землях. В лесостепной и особенно в таежно-лесной зоне роль многолетних трав в пашне существенно возрастает, особенно при низкой обеспеченности пашни агрохимическими ресурсами.

Длительность ротации севооборотов. При большом наборе возделываемых культур в крупных хозяйствах проектируются многопольные севообороты. При этом минимальная длительность севооборота определяется минимально возможными сроками возвращения на прежнее место подсолнечника. В зависимости от устойчивости сортов к болезням, фитосанитарной ситуации и интенсивности защитных мероприятий эти сроки могут составлять от 5 до 8 лет и более.

Практика многопольных севооборотов (8...12 полей) имеет давнюю историю и довольно широкое распространение, однако высокая эффективность их проявляется лишь при достаточно однородных условиях агроландшафта. Многопольные севообороты удобны своей пластичностью. Они позволяют в соответствии с изменяющимися потребностями рынка вводить новую культуру, не нарушая принципов плодосмена. В них легче предоставить под отдельные культуры не только одно, но и два поля, избегая дробления полей. Важно, чтобы севооборотные поля располагались в пределах одного агроэкологического типа земель. Поскольку такие условия складываются далеко не всегда, приходится выделять в пределах полей севооборотов производственные участки, отличающиеся уходом за посевами.

Севообороты для крестьянских хозяйств должны быть более компактными, с короткой ротацией и рассредоточенными сроками возделывания культур и сортов с различным поспеванием.

Проектирование полей севооборотов и производственных участков. Проектирование систем севооборотов и сенокосо-пастбищеоборотов осуществляется применительно к агроэкологическим группам земель с учетом рассмотренных выше принципов.

Полевые севообороты проектируются в пределах определенных агроэкологических типов земель. Довольно редко севооборотные массивы бывают однородными, когда не возникает проблем с нарезкой полей. Чаще всего на фоне преобладающего агроэкологического типа земель (фоновое) имеются включения сопутствующих типов земель различной контрастности, которые пригодны для возделывания данной культуры, но при различных уровнях интенсификации и соответственно разных технологиях. Такие земли выделяются в производственные участки в пределах полей севооборотов. На этих участках выполняются противоэрозионные, мелиоративные и другие мероприятия, приближающие условия возделывания культур к фоновым агроэкологическим типам. Для высоких агротехнологий в пределах полей севооборотов выделяются производственные участки с высокой агроэкологической однородностью. Выделенные сильноконтрастные типы земель отводятся под участки постоянного залужения.

Размер производственного участка определяется с одной стороны требованиями экологической однородности, а с другой социально-экономическими условиями. С уменьшением размеров участков увеличиваются удельные производственные затраты. В частности с уменьшением площади производственного участка с 20 до 5 га расход горючего на гектар условной пашни увеличивается на 12...15 %. Уменьшение длины гона при работе агрегатов с 500 м до 150...200 м снижает их производительность на 30...35 %.

Проектирование полей севооборотов и производственных участков выполняется на основе агроэкологических карт, сопоставление которых позволяет выявить группы культур с близкими требованиями по условиям возделывания и соответствующие им территории. Это делается путем взаимного

наложения агроэкологических карт-слоев. При совпадении контуров одних категорий пригодности для разных культур выделяются типы земель, на которых размещаются соответствующие севообороты.

Вначале решают задачу размещения севооборотов с наиболее требовательными культурами, например, озимой пшеницей, сахарной свеклой, кукурузой, соей на землях первой категории пригодных для высоких агротехнологий, если позволяет их площадь. Если она невелика, в севооборотный массив вовлекают плакорные земли второй категории, пригодные для этих культур с умеренными ограничениями (микрорельеф, умеренные по контрастности и сложности микрокомбинации почв и др.). Тогда возникает проблема пространственной дифференциации агротехнологий, которая решается выделением производственных участков в пределах севооборотных полей. Эти участки могут включать контуры солонцовых, переувлажненных, переуплотненных, эрозионноопасных и других почв и микрокомбинаций, для которых проектируются локальные осушительные, противоэрозионные и другие мелиоративные мероприятия. В зависимости от мелиоративного состояния полей и производственных участков выбирается уровень интенсификации агротехнологий.

В случае неустраняемых лимитирующих факторов практикуется адаптационный подход. В частности, на полях с локально выраженным западинным микрорельефом выделяются наиболее однородные плоские производственные участки под интенсивные технологии возделывания озимой пшеницы, очень чувствительной к вымоканию в замкнутых микропонижениях. Еще более высоки агроэкологические требования к производственным участкам, выделяемым под точные агротехнологии.

Исчерпав возможности размещения наиболее прихотливых культур, проектируют севооборотные массивы для менее требовательных культур соответственно на менее благополучных землях. В числе плакорных земель таковыми могут быть, например, земли легкого гранулометрического состава,

для которых можно составить севообороты с участием озимой ржи, картофеля, проса, люпина и т.п.

22. Возможности применения технологий возделывания озимой пшеницы различного уровня интенсификации на землях разных категорий пригодности

Категории земель	Агротехнологии			
	Экстенсивные	Нормальные	Интенсивные	Высокоинтенсивные
I	П	П	П	П (ОП)
II-1	П	П	ПМ	ПМ
II-2	П (Э)	ПЭ	ПМЭ	ОПМЭ
III-1	ОП	ПМ	ПМ	ПМ
III-2	П	ПМ	ПМ	ОПМ
III-3	П (э)	ОПЭ	ПМЭ	ОПМЭ
IV	МП	НП	НП	НП
V	ПМ	ПМ	ПМ	ОПМ
VI	Н	Н	Н	Н

Примечание. Условные обозначения пригодности использования земель:

П – пригодные без ограничений, ОП – ограниченно пригодные, ПМ – пригодные после мелиораций, ОПМ – ограниченно пригодные после мелиораций, ПЭ – пригодные с использованием противоэрозионных мероприятий, ПМЭ – пригодные в контурно-мелиоративной системе, П (Э) – пригодные с риском проявления эрозии, МП -- малопригодные, Н – непригодные.

23. Ведомость категорий земель по пригодности возделывания под определенные группы культур

Код типа земель	Коды ЭАА, входящих в тип земель	Состав	Ограничивающие факторы	Культуры	Агротехнологии				Организация территории
					Э	Н	И	В	
<u>1(2)</u> 3.3	<u>1,2,4,5(2)</u> 3.3	Пятнистости и комплексы черноземов обыкновенных глинистых с черноземами смытыми и луговато-черноземными почвами на склонах 3-5° с ложбинным микро-рельефом	Водная эрозия средняя плоскостная, сильная линейная по ложбинам, запаздывание сроков посева почв по днищам ложбин на 3...6 дней	Горох	П(Э)	ПЭ	ПМЭ	ПМЭ	Контурно-параллельная
				Озимая пшеница	П(Э)	ПЭ	ПМЭ	ОПМЭ	
				Сахарная свекла	Н	Н	ПМЭ	ОПМЭ	
				Ячмень	П(Э)	ПЭ	ПМЭ	ПМЭ	
				Просо	П(Э)	ПЭ	ПМЭ	ПМЭ	

Примечание: Код типа земель представляется в виде дроби, в числителе которой указывается порядковый его номер и в скобках номер агроэкологической группы земель; в знаменателе индекс категории земель в соответствии с группировкой видов земель.

Проектирование использования эрозионных земель осуществляется с учетом нормативов допустимого смыва почвы, а стало быть затрат на его предотвращение, которые возрастают по мере усложнения ландшафта.

В отличие от массивов плакорных земель, эрозионные земли характеризуются большой неоднородностью, что сильно осложняет проектирование полей севооборотов. Соответственно уменьшаются размеры полей, увеличивается количество производственных участков, сокращается набор культур, возрастает разнообразие технологий их возделывания по агроэкологическим условиям при ограниченных возможностях интенсификации. Это показано на примере среднеэрозионных земель (категория III-3) в таблице 23. Здесь организация севооборотов будет иметь совершенно разные решения в зависимости от уровня интенсификации производства. При экстенсивной и нормальной агротехнологиях исключается возделывание пропашных культур. В этом случае целесообразно проектировать севооборот типа: горох – озимая пшеница – просо (гречиха) – ячмень. Далеко не всегда его удастся разместить на сплошном земельном массиве, чаще всего поля будут разобщены в пространстве, перемежаясь с другими группами земель. На контурах с более спокойным рельефом нередко имеется возможность выделить производственные участки для интенсивных агротехнологий.

При более высоком уровне интенсификации возможен севооборот типа: горох – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень при условии контурного размещения посевов в ландшафтных полосах, защищенных от эрозии валами, канавами и другими гидротехническими и лесомелиоративными мероприятиями. На отдельных производственных участках возможны высокие агротехнологии. Вопрос, однако, в экономическом обосновании такого уровня интенсификации. Экономические расчеты в таких случаях определяют выбор альтернативных решений в виде или ограничения интенсификации, или, наоборот, построения сложных контурно-мелиоративных систем земледелия.

Еще более сложную задачу представляет проектирование севооборотов на переувлажненных землях. Здесь приходится учитывать необычайное мно-

гообразие структур почвенного покрова и почв, сильно различающихся по своим свойствам. Присутствие в пределах севооборотных полей контрастных комбинаций почв резко снижает эффективность их использования, о чем свидетельствует печальный опыт известных кампаний по осушению этих земель. Необходимо особо точное проектирование производственных участков с заданными параметрами мелиорации почв и агротехнологий. При этом следует избегать включения в поля севооборотов мозаик вследствие неустранимой их контрастности, а также ташетов с близким подстиланием супесчаных почв глинами. После планировки таких полей в процессе гидротехнических мелиораций ташеты часто превращаются в мозаики.

При проектировании полевых севооборотов на солонцовых комплексах следует ориентироваться в основном на так называемые малосолонцовые земли, то есть комплексы черноземов с солонцами 10-30%. Поля и производственные участки в южной лесостепи и степной зоне могут быть довольно большими. При их организации учитывают необходимость выборочной мелиорации солонцовых пятен, затрудняющих эффективность использования фоновых почв. Из-за солонцовых пятен не только снижается урожайность, но и качество продукции вследствие неравномерности роста и развития растений, возрастают экономические издержки, ограничиваются возможности применения интенсивных агротехнологий. Производственные участки создаются на контурах с повышенной концентрацией солонцовых пятен, особенно при таком пестром их расположении, когда приходится ориентироваться на сплошное гипсование участка.

В сложных ландшафтах, где выделение однородных по агроэкологическим условиям участков невозможно и приходится включать различные контрастные комбинации почв, агротехнологии выбираются по худшему компоненту.

Нередко приходится выделять внесевооборотные участки, на которых предусматривается чередование культур во времени. Выбор культур определяется текущей конъюнктурой рынка, и это обеспечивает маневренность

производства наряду с относительно стабильным производством растениеводческой продукции в севооборотах.

Помимо почвенно-ландшафтных условий формирования полей и производственных участков часто немаловажное значение имеют эколого-биологические критерии. Например, размеры производственных участков под гречиху, люцерну на семена в большой мере определяются условиями их опыления, а следовательно близостью и количеством естественных биоценозов с соответствующими энтомофагами, а также возможностью организации микрозаказников, пчелиных пасек и т.п.

Использование ГИС-технологий при проектировании севооборотов существенно облегчает учет и прогнозирование очагов деградации почв и ландшафтов, опасность заболачивания, вторичного засоления, эрозии, дефляции, оползней и других неблагоприятных процессов. Их предотвращение в первую очередь достигается за счет рационального размещения полей и производственных участков, оптимизации их размеров, конфигурации и обоснования агротехнологий.

Системы использования полей и производственных участков отражаются на плане внутрихозяйственного землеустройства и в ведомости производственных участков. Каждому полю и производственному участку присваивается номер; обозначается его площадь, агроэкологический тип земель, рекомендуемый агрокомплекс и агротехнологии.

Паспортизация полей и производственных участков. При устройстве территории севооборотов проводят паспортизацию полей и рабочих участков с агроэкологической и производственной оценкой земель. Агроэкологическая оценка земель выполняется по материалам базовой карты агроэкологических групп земель и элементарных ареалов агроландшафта и тематических электронных карт-слоев (форм и элементов мезорельефа, экспликации склонов, микрорельефа, микроклимата, почвообразующих пород, эрозии, солонцеватости, засоленности, кислотности, заболоченности, обеспе-

ченности подвижными элементами питания, загрязненности тяжелыми металлами,

24. Сводные данные паспортизации поля №..., севооборота №..., площадь... га, 2008 г.

<i>Показатели</i>	Номер производственного участка			
	1	2	3	4
Площадь, га				
Расстояние от производственного центра, км				
Агроэкологическая группа земель				
Порядковый № контура ЭАА				
Индекс ЭАА				
Категория пригодности (I-VI)				
Сумма активных температур				
Коэффициент увлажнения по Иванову				
Форма и элемент мезорельефа				
Уклон местности, град.				
Экспозиция склона				
Длина склона				
Почва				
Почвообразующая порода				
Гранулометрический состав почвы				
Мощность гумусового горизонта				
Мощность пахотного слоя, см				
Содержание гумуса, %				
pH				
Валовое содержание фосфора, P ₂ O ₅ , мг/кг				
Валовое содержание калия, K ₂ O, мг/кг				
Подвижный фосфор, P ₂ O ₅ , мг/кг				
Подвижный калий, K ₂ O, мг/кг				
Загрязненность, мг/кг				
Мышьяк				
Медь				
Хром				
Цинк				
Никель				
Свинец				
Марганец				
Кадмий				
Кобальт				
Бериллий				
Ванадий				
Молибден				
Стронций				
Ртуть				
Литий				
Мощность дозы радиоактивного излучения, мкр/г				
Пестициды, мг/кг				
Опасность эрозии				
Опасность дефляции				
Мелиоративное состояние				
Длина осушительной дренажной сети				
Способ орошения				
Наличие противоэрозионных гидротехнических сооружений				

Площадь лесных полос				
Расстояние до лесных участков				
Потенциальная урожайность (среднеклиматически обеспеченная) озимой пшеницы, ячменя				
Наличие сервитутов				
Особый режим использования				

радионуклидами и другими токсикантами). Основные данные, отбираемые из этих карт с указанием номеров контуров, отмечаемых в границах полей и производственных участков, сводятся в таблицу по прилагаемой форме.

Помимо агроэкологических сведений в этой таблице отражаются основные производственные характеристики, в особенности потенциальная урожайность основных культур, размеры полей и участков, сведения о мелиоративных мероприятиях, ограничения в использовании земель и др. Данная информация имеет важное значение для контроля за использованием земель, дифференциации цены земли, земельного налога и арендной платы за землю. Детализация агроэкологических и производственных характеристик полей и участков и их динамика отражаются в книге истории полей.

4.2.6. Особенности проектирования системы обработки почвы в севооборотах

Выбор оптимальной системы обработки почвы лежит в широком диапазоне всевозможных решений от традиционной системы вспашки до нулевой обработки через множество вариантов безотвальных, плоскорезных, отвальных обработок и их комбинаций при различных уровнях минимизации. Этот выбор определяется экологическим разнообразием условий, требованиями сельскохозяйственных культур и уровнем интенсификации производства, в частности обеспеченностью агрохимическими ресурсами.

Для принятия решения необходимо отчетливо представлять функции почвообработки.

4.2.6.1. Функции механической обработки почвы.

В различных природных условиях они имеют весьма неодинаковое значение, а часть их могут выполнять другие агротехнические и агрохимические приемы. Рассмотрим основные функции почвообработки в различных условиях.

Оптимизация плотности почвы и структурного состояния. На почвах, равновесная плотность которых близка к оптимальной для возделывания тех или иных культур, рыхлительная функция почвообработки сокращается. Становится возможной нулевая обработка, если другие функции почвообработки заменяются соответствующими средствами. Более детально о возможности отмены или сокращения числа и глубины механических обработок можно судить по наличию в почве водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм. Детальные шкалы в этом отношении пока что не разработаны, однако известно, что при содержании водопрочных агрегатов более 40% в суглинистых почвах возможности минимизации обработки почвы резко возрастают. К таким почвам относится большая часть черноземов и темно-серых лесных почв, окультуренные серые лесные и дерново-подзолистые и др. На уплотняющихся почвах (солонцовых, кислых, заболоченных и т.п.) предпосылки для минимизации почвообработки могут быть созданы путем химических, агротехнических и других мелиораций. Особую роль в данном отношении играет обогащение почвы органическим веществом.

Регулирование водного баланса почв и ландшафтов. Роль обработки в данном отношении заключается в обеспечении перевода осадков в почвогрунтовую толщу, сокращении поверхностного стока и уменьшении физического испарения с поверхности почвы, особенно в условиях проявления засух. Эта задача связана с первой и дополняется мульчированием поверхности почвы, противоэрозионной организацией территории, лесными и другими мелиорациями.

На уплотняющихся почвах традиционная вспашка в различных вариантах (с почвоуглублением, лункованием, гребневанием и др.) в определенной мере решает задачи уменьшения поверхностного стока. Однако серьезным

недостатком вспашки являются заплывание поверхности, особенно на почвах с повышенной дисперсностью, подверженность смыву, размыву, дефляции. Более благополучны в этом смысле безотвальные обработки с сохранением на поверхности пожнивных остатков и соломы, которые сдерживают развитие эрозии и дефляции, уменьшают физическое испарение, способствуют задержке снега и соответственно уменьшению промерзания почвы. Глубина мульчирующих обработок зависит от количества осадков, уклона, водопроницаемости почвы. Минимизация обработки почвы на склонах, особенно крутых, усиливает сток, хотя плоскостная эрозия ослабляется. При этом энергия поверхностного стока с плоскости склона переносится на берега гидрографической сети, в результате чего усиливается рост оврагов. По мере усложнения ландшафтов усиливается роль глубоких рыхлений. В целом необходим дифференцированный подход к глубине обработки на различных элементах рельефа, так же как к высоте оставляемой стерни.

Глубокое рыхление необходимо на почвах с переуплотненным пахотным слоем, особенно под пропашные и другие требовательные культуры; на почвах, подверженных временному поверхностному переувлажнению.

Нулевая или близкие к ней обработки эффективны в условиях более спокойного рельефа, более дефицитного водного режима и относительно благополучных в отношении фильтрационной способности почв, которая еще более усиливается за счет активизации биологического саморыхления.

Применение минимальных и нулевых обработок способствует снижению испарения с поверхности почвы за счет уменьшения аэрации пахотного слоя и мульчирующего эффекта растительных остатков при достаточном их количестве. Благодаря мульче эффективнее используется конденсационная влага.

Соломенная мульча оказывает благоприятное влияние на тепловой режим почвы в южных районах, снижая температуру почвы благодаря увеличению альбедо.

Предотвращение эрозии и дефляции почвы. Функция защиты почв от водной эрозии целиком связана с регулированием поверхностного стока, водопроницаемостью и структурным состоянием почв, т.е. с рассмотренными выше функциями. В защите почвы от дефляции главная задача – обеспечение на поверхности почвы определенного количества растительных остатков. Мульчирующие обработки в основном решают задачу защиты почвы от дефляции. Все другие известные противоэрозионные мероприятия имеют вспомогательное значение. Исходя из экологического императива плоскорезная обработка должна доминировать в дефляционно-опасных районах, а ее недостатки должны быть компенсированы соответствующими мерами.

Роль мульчирующих обработок в предотвращении водной эрозии далеко не исчерпывающая, во всяком случае менее значительная, чем в случае дефляции. Тем не менее в умеренно-эрозионных ландшафтах она может иметь определяющее значение. Проблема заключается в трудностях освоения мульчирующих обработок, в преодолении их недостатков, наиболее активно проявляющихся в гумидных районах.

Регулирование режима органического вещества и биогенных элементов, размещение удобрений и мелиорантов в пахотном слое. Интенсивность минерализации органического вещества зависит от характера и частоты механической обработки почвы. Наиболее активно этот процесс происходит при использовании почвы в системе вспашки. В экстенсивном земледелии вспашка является важным средством, способствующим высвобождению биогенных элементов из органического вещества, которое, в частности служит главным источником азота. С этим связана традиционная забота о повышении биологической активности почвы, устранении дифференциации пахотного слоя, которая происходит в результате “прижимания” микрофлоры к поверхностным слоям почвы. Перемешивание почвы способствует инфицированию всего пахотного слоя и соответственно усилению процессов минерализации органического вещества во всем объеме почвы на фоне повышенной аэрации.

Безотвальная обработка наряду с предотвращением эрозионных потерь гумуса обеспечивает также уменьшение его биологических потерь. Дальнейшая минимизация обработки почвы еще более ослабляет процессы минерализации органического вещества. Соответственно уменьшается накопление минерального азота. В почвах степной зоны благодаря этому сокращаются потери нитратов в паровых полях вследствие их нисходящей миграции. На более увлажненных почвах, особенно в лесостепной и таежной зонах, при переходе на мульчирующие обработки снижается урожайность сельскохозяйственных культур из-за усиливающегося дефицита азота. Внесение азотных удобрений в этих условиях становится условием эффективного освоения безотвальных и тем более минимальных обработок.

При мульчирующих обработках отмечается повышение содержания подвижных форм элементов, особенно фосфатов, в верхней части пахотного слоя. Такая дифференциация его по агрохимическим показателям, усиливаясь со временем, особенно при поверхностном применении фосфорных удобрений, приводит к недобору урожая по сравнению со вспашкой, ибо при локализации питательных веществ в поверхностном слое снижается их позиционная доступность растениям, особенно в засушливые периоды. Данный факт рассматривается многими авторами как повод для периодического оборота пласта. Однако у этой точки зрения есть альтернативная позиция (особенно в условиях высокой опасности дефляции) – внесение удобрений в среднюю и нижнюю часть пахотного слоя комбинированными безотвальными орудиями.

Сложнее обстоит дело с внесением органических удобрений. По всем правилам они должны запахиваться плугом. Существуют однако попытки обоснования более высокой эффективности навоза при использовании его в качестве мульчи. Утверждается при этом, что потери азота при разложении навоза полностью компенсируются за счет усиления фиксации азота из атмосферы. Преимущества навоза-мульчи объясняются уменьшением расхода влаги через испарение, ускорением прогревания почвы весной и предохране-

нием ее от перегрева в жаркую погоду. Почва под навозом имеет большую воздухо- и водопроницаемость, хорошо поглощает ливневые осадки, сильно сокращается поверхностный сток. Данная позиция вызывает много вопросов и требует дифференцированного для различных условий изучения. Она полностью противоречит, например, сложившимся методам окультуривания дерново-подзолистых почв, при которых под влиянием органических удобрений происходит улучшение структурного состояния пахотного слоя на всю его глубину и т.д.

Вспашка нужна для заделки химических мелиорантов за некоторыми исключениями. Нередко возникает необходимость поверхностного внесения извести при подкислении почв в результате применения минимальной обработки, особенно при использовании азотных удобрений. Даже почвы с высокой буферностью, в том числе черноземы, при длительной минимизации обработки с поверхности подкисляются.

Регулирование фитосанитарных условий. До появления пестицидов обработка почвы наряду с севооборотом несла основные функции по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями. При этом особую роль играет оборот пласта. Система вспашки наиболее эффективно справляется с подавлением вредных организмов. Замена ее бесплужной обработкой в большинстве случаев ухудшает фитосанитарную ситуацию. Повсеместно усиливается засоренность посевов при минимизации обработки. В гумидных районах весьма существенно возрастает развитие болезнетворных организмов, что является одной из главных причин “господства” вспашки в Германии, несмотря на рекомендации Г.Канта. Поэтому освоение мульчирующей обработки в эрозионно-опасных условиях, где она необходима в первую очередь, сопровождалось применением пестицидов, в особенности гербицидов. Такое пестицидное сопровождение минимизации почвообработки противоречит задачам ее биологизации. Избыточное применение пестицидов подавляет мезофауну, в результате не достигается главная задача – биологическое саморыхление почвы. При ближайшем рассмотрении противоречивость данной ситуации не

представляется безвыходной, учитывая совершенствование химических средств защиты растений и еще в большей степени нереализованные возможности современных технологий. Преодоление засоренности посевов в значительной мере может достигаться за счет создания благоприятных условий для прорастания семян сорняков в ранневесенний и осенний периоды и последующего уничтожения их механическими способами, особенно в районах с достаточно длительным вегетационным периодом. В сочетании с рациональным чередованием культур в севообороте, оптимальной долей чистого или занятого пара, применением промежуточных культур, своевременностью выполнения полевых работ, исключаящей, в частности, обсеменение сорной растительности в осенний период, данная задача во многих случаях может быть решена без гербицидов или при очень ограниченном их применении.

Создание оптимальных условий для посева и получения дружных всходов. Эта функция почвообработки, значение которой часто недооценивается, приобретает особо важное значение при использовании высоких агротехнологий, которые предъявляют жесткие требования к получению дружных однородных всходов. В системе вспашки данная задача не представляет больших трудностей, хотя нередко требуется применение планировщиков и фрез для достижения требуемых параметров поверхности пашни и припосевного слоя. В системе мульчирующих обработок в данном отношении возникают определенные трудности. Послеуборочные остатки являются существенным механическим препятствием для качественной заделки семян и получения дружных всходов, что сопровождается ослаблением кущения, изреживанием посевов озимых культур. Кроме того, в процессе разложения послеуборочных остатков образуется целый ряд вредных для растений веществ, таких как уксусная и коричная кислоты, фенолы и другие соединения. Некоторые из них токсичны не только для растений, но и для многих полезных микроорганизмов, в том числе связанных с мобилизацией питательных веществ почвы и послеуборочных остатков. При наличии большого количества

послеуборочных остатков необходимы почвообрабатывающие орудия с большим клиренсом, а также специальные и приспособленные сеялки.

В условиях недостаточной теплообеспеченности мульча может задерживать появление всходов и созревание посевов из-за снижения температуры поверхностного слоя почвы в связи с повышенным альбедо.

В системе мульчирующей обработки важно обеспечить сохранение мульчи после посева. Известные образцы отечественных сеялок и комбинированных агрегатов не избавлены в достаточной степени от смешивания растительных остатков с почвой. Лучшие мировые образцы современных сеялок могут осуществлять прямой посев при любом количестве растительных остатков на поверхности, минимально разрушая мульчирующий покров только по следу прохода сошников. Растительные остатки в процессе посева изолируются от семян чистой почвой.

Энергосбережение и экономичность. Наряду с почвозащитной направленностью и стремлением к биологизации земледелия современные задачи повышения эффективности почвообработки включают энергосбережение, снижение затратности и экономию трудовых ресурсов. Указанным требованиям отвечает минимизация обработки почвы. Большим достоинством минимальных, особенно нулевых обработок в данном отношении является экономия горючего, сокращение затрат, проведение работ в сжатые сроки, высвобождение времени у товаропроизводителей. Эти преимущества, однако, в значительной мере нивелируются увеличением затрат на пестициды и дорогостоящие машины, особенно для нулевой обработки. Выбор оптимального решения связан с экономическими и энергетическим анализом технологий при экологическом императиве.

Важнейшим направлением минимизации почвообработки в том же аспекте является совмещение технологических операций. В стране имеется солидный опыт использования комбинированных агрегатов и машин, позволяющих за один проход выполнять несколько операций. Экономический эффект их применения состоит в сглаживании так называемых пиков потребно-

сти в энергетических средствах и трудовых ресурсах, а это снижает затраты материальных и трудовых ресурсов на возделывание сельскохозяйственных культур.

В гумидных районах применение комбинированных агрегатов важно для снижения уплотнения почвы, в засушливых – для устранения разрыва во времени между отдельными видами полевых работ, благодаря чему удастся более эффективно бороться с ранневесенней засухой и дефляцией.

Перечисленные функции почвообработки, соотнесенные с различными природными условиями (климатическими, геоморфологическими, литологическими, гидрологическими, почвенными) и агроэкологическими требованиями культур и осмысленные с учетом местного опыта, могут служить ориентиром при альтернативном рассмотрении возможных вариантов обработки почвы.

4.2.6.2. Классификация систем обработки почвы

Исходя из анализа довольно обширной информации по стране с учетом мирового опыта, представляется возможным предложить классификацию почвообработки, включающую системы, подсистемы и приемы обработки почвы в севообороте.

Выделяются следующие системы: отвальная, мульчирующая, комбинированная, нулевая, гребне-грядовая.

Отвальная система обработки почвы в севообороте осуществляется с помощью отвальных орудий с полным или частичным оборачиванием ее слоев. Данная система подразделяется на подсистемы: разноглубинную и минимальную. Отвальная разноглубинная система обработки почвы может включать в зависимости от культур в севообороте и других условий в качестве основной обработки глубокую отвальную обработку (согласно ГОСТу 16265-80 на глубину более 24 см), обычную обработку (18-24 см), а также, мелкую (8-16 см) и поверхностную (до 8 см), если они чередуются с более глубокими.

Отвальная минимальная система обработки ограничивается применением поверхностной или мелкой обработки почвы. Более глубокие обработки используются в исключительных случаях.

Набор приемов обработки в отвальной системе включает: вспашку (прием обработки почвы плугом, обеспечивающий крошение, рыхление и оборачивание обрабатываемого слоя почвы не менее, чем на 135°, ГОСТ 16265-80); культурную вспашку (плугом с предплужником); дискование почвы (прием обработки дисковыми орудиями, обеспечивающий крошение, частичное перемешивание почвы и уничтожение сорняков); гребнистую вспашку (вспашка поперек склона с поделкой гребней плугом с одним удлиненным отвалом); двухъярусную обработку (обработка почвы с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением нижней части или взаимным перемешиванием верхнего и нижнего слоев); мелиоративная вспашка плантажными и трехъярусными плугами; боронование (прием обработки почвы зубовой бороной, обеспечивающий крошение, рыхление и выравнивание поверхности почвы, а также частичное уничтожение проростков и всходов сорняков); фрезерование (прием обработки почвы фрезой, обеспечивающий ее рыхление, крошение и тщательное перемешивание); прикатывание.

Мульчирующая система обработки почвы в севообороте осуществляется с помощью безотвальных орудий, сохраняющих на поверхности почвы пожнивные остатки. По возможности мульчирующий эффект усиливается разбрасыванием измельченной соломы в процессе уборки урожая.

Эта система разделяется на три подсистемы: глубокую, разноглубинную и минимальную. Мульчирующая глубокая система обработки почвы предполагает применение систематической глубокой безотвальной обработки (глубже 24 см). Она применяется на солонцах, солонцеватых и других уплотняющихся почвах, а также в сложных эрозионных ландшафтах для уменьшения поверхностного стока и предотвращения эрозии. Чаще всего она

выполняется стойками СибИМЭ, получившими наиболее широкое распространение в Сибири и Зауралье.

Мульчирующая разноглубинная система обработки почвы, предусматривает чередование мелкой и глубокой плоскорезных и других безотвальных обработок на различную глубину в зависимости от культуры в севообороте и состояния почвы.

Разноглубинная плоскорезная система обработки почвы послужила основой почвозащитной системы земледелия, разработанной под руководством А.И.Бараева для дефляционно-опасных районов с тяжелыми по гранулометрическому составу почвами.

Приемы обработки в этой системе первоначально включали: плоскорезную обработку культиватором-плоскорезом; глубокое рыхление культиватором-глубокорыхлителем; обработку штанговым противозрозионным культиватором. В дальнейшем по мере дифференциации данной системы обработки почвы дополнительно появились: чизелевание, обработка стойками СибИМЭ, обработка параплау, щелевание. Применение параплау особенно эффективно на плотных пересохших почвах, чизелей – на полях чистых от корнеотпрысковых сорняков, стоек СибИМЭ – на влажных почвах, на склонах повышенной крутизны.

В мировой практике все большее внимание уделяется чизелеванию. Его рассматривают как эффективный прием рыхления уплотненных слоев почвы, образующихся при обработке плоскорезами, и разрушения плужной подошвы. Высокие почвозащитные показатели при чизелевании обеспечиваются в результате сохранения на поверхности основной массы послеуборочных остатков и резкого ослабления поверхностного стока. Чизелевание эффективно и как прием влагонакопления, особенно при влажной осени. После чизельной обработки с осени не происходит сплошного замерзания почвы, что обеспечивает благоприятные условия для впитывания талых вод и уменьшение их стока, особенно если она проводится в возможно более поздние сроки на склонах.

В отдельные годы при сильном пересыхании тяжелосуглинистых и глинистых почв осеннюю обработку различными рыхлителями следует исключать во избежание образования глыб.

Мульчирующая минимальная система обработки почвы базируется на мелкой плоскорезной обработке. Она нашла широкое распространение на легких по гранулометрическому составу почвах восточных районов страны. Ранневесеннее боронование в мульчирующей системе обработки почвы производится игольчатыми боронами, посев – специальными противоэрозионными (стерневыми) сеялками.

Комбинированная система обработки почвы включает множество вариантов, сочетающих отвальные обработки с безотвальными на различную глубину в соответствии с экологическими условиями и требованиями культур.

Ее можно разделить на три подсистемы: глубокую, разноглубинную и минимальную. В данной системе используются все приемы, составляющие первые две системы. Различные варианты комбинированной обработки почвы возникли первоначально при попытках продвижения плоскорезной обработки в лесостепные эрозионные ландшафты Сибири и Зауралья. В условиях повышенного увлажнения сильнее проявлялись недостатки плоскорезных обработок, которые трудно было компенсировать в условиях дефицита азотных удобрений и пестицидов. Поэтому возникали различные комбинации плоскорезной обработки и вспашки. Они в известной мере сдерживают эрозионные процессы. Однако в годы прерывания мульчирующей обработки резко возрастает опасность эрозии.

По мере продвижения безотвальных обработок в различные зоны и регионы стали возникать всевозможные комбинации с использованием достоинств того или иного приема. Например, при окультуривании дерново-подзолистых и особенно болотно-подзолистых почв оказалось весьма эффективным периодическое применение глубокого рыхления.

Главным направлением совершенствования комбинированных систем обработки почвы в районах умеренного проявления эрозии или ее отсутствия является сокращение глубины и частоты обработки и совмещение технологических операций по соображениям энергосбережения и экономичности.

Глобальные тенденции совершенствования обработки почвы связываются с нулевой обработкой (no till), т.е. с прямым посевом. Сущность этой технологии заключается в создании высокого проективного покрытия почвы измельченными растительными остатками и таком размещении семян в почве специальными сеялками, при котором не допускают перемешивание почвы с растительными остатками и контакта их с семенами во избежание токсикозов проростков. Современные сеялки прямого посева обеспечивают раздельное размещение семян и удобрений (глубже семян на 3-4 см, равномерную глубину заделки семян в почву и высокую их всхожесть благодаря подтоку влаги к уплотненному припосевному слою.

Качественный скачок технологии «no-till» достигается при создании достаточно мощной мульчи из измельченных послеуборочных остатков. В зависимости от количества мульчирующего материала изменяется водный режим почвы (табл.25).

25. Содержание влаги в почве перед посевом озимой пшеницы в зависимости от количества мульчирующей соломы в различных районах Великих равнин США, мм.

Место проведения опытов	Число опытов	Дозы мульчирующей соломы т/га			
		0	2,2	4,4	6,6
Сидни (Монтана)	4	53	69	94	102
Норт Платт (Небраска)	7	165	193	216	234
Акрон (Колорадо)	6	134	150	165	187

Наибольший эффект технологии «no-till» достигнут в странах, где возделывают кукурузу, сорго и другие культуры, оставляющие большое количе-

ство растительных остатков (США, Аргентина, Бразилия и др.). Примечательно, что при мульчировании более эффективно используется не только запасенная влага осадков, но и влага, конденсирующаяся из воздуха при перепаде дневных и ночных температур. Существенный мульчирующий эффект обеспечивается и при достаточно высокой урожайности зерновых культур. Дополнительный запас влаги за счет активного мульчирования поверхности почвы позволяет активизировать земледелие путем введения более интенсивных севооборотов, увеличения применения удобрений.

Являясь фактором интенсификации земледелия, мульчирование также играет важную роль в его экологизации, выполняя в какой-то мере роль лесной подстилки или степного войлока. Помимо защиты от размывания поверхности почвы и дефляции мульча одновременно с прекращением механической обработки способствует повышению биогенности почвы, развитию мезофауны. Перенос растительные остатки с поверхности почвы вглубь, дождевые черви, насекомые формируют каналы, которые вместе с ходами отмерших корней растений создают тот самый эффект, который более 100 лет назад первопроходец минимизации почвообработки И.Е. Овсинский назвал биологическим саморыхлением.

Минимизация обработки, особенно прямой посев возможны лишь в системном решении при освоении адаптивно-ландшафтного земледелия и наукоемких агротехнологий. Всякое упрощенчество в этом деле, как правило, приводит не только к экономическим издержкам, но и к экологическим противоречиям. В частности, возрастающая пестицидная нагрузка при низкой культуре земледелия и шаблонах вызывает повышенные экологические риски.

Узким местом нулевой обработки является применение удобрений, особенно фосфорных и калийных, которые должны вноситься на оптимальную глубину, не говоря уже об органических. Прерывание нулевой обработки вспашкой для внесения органических и минеральных удобрений нарушает кумулятивный процесс формирования мульчи. Очевидно, решение проблемы

должно быть связано как с заправкой пахотного слоя внесением удобрений в расчете на севооборот или его звено, так и с совершенствованием локального внесения на оптимальную глубину при посеве.

Перспектива минимизации почвообработки в таежно-лесной зоне в большей мере связана с предварительным окультуриванием дерново-подзолистых почв, созданием достаточно мощного пахотного горизонта.

Гребне-грядовая система обработки почвы. Данная система, включающая нарезку гребней и (или) гряд, имеет важное значение в условиях холодного и влажного климата. Наибольшее распространение она получила в районах Дальнего Востока с муссонным климатом.

4.2.6.3. Опыт минимизации почвообработки, ошибки и последствия.

История обработки почвы за последние 50 лет имеет достаточно сложный и противоречивый характер. Сложность обусловлена большим разнообразием условий, определяющих выбор обработки почвы. Ошибки связаны с недостаточным знанием теории вопроса, традиционной склонностью к шаблонам. Противоречия, часто встречающиеся в научной и научно-производственной литературе, обусловлены недостаточной изученностью этой проблемы или экстраполяцией научных данных на неадекватные условия. Например, в России широко пропагандируется нулевая обработка на основе зарубежного опыта без экспериментальной проверки.

В 2007 году была организована дискуссия по минимизации почвообработки на страницах журнала «Земледелие» с нашими вступительной и заключительной статьями (Кирюшин В.И. 2007, 2009). Дискуссия возникла как ответная реакция на кампанейскую пропаганду минимизации обработки почвы безотносительно к экологическим и производственным условиям, подмену рекомендаций науки торговыми рекламами машин и пестицидов.

Примечательно, что практически не осталось ученых, не поддерживающих в той или иной форме сокращение механической обработки почвы. Наоборот, чаще проявляется отрицание вспашки. Участники данной дискус-

сии И.И. Исайкин и М.К. Волков в статье «Плуг – сорнякам друг» (Земледелие, № 1, 2007) полагают, что «не следует считать проявлением шаблона, как опасаются некоторые ученые, даже повсеместный переход к поверхностно-нулевой или поверхностно-безотвальной системе обработке почвы». В этом же номере журнала в статье «Минимизация, а не упрощение» И.Н. Листопадов резонно замечает, что «следует не изгонять с поля существующие орудия обработки почвы (в том числе и плуги), а значительно расширить их ассортимент...».

Припоминается такая же острая дискуссия в 1970 годах, но с противоположным знаком. Тогда в довольно короткий срок сложился ареал плоскорезной обработки почвы, включавший районы интенсивного проявления ветровой эрозии. Но дальнейшее продвижение ее на запад проходило с большими трудностями вследствие объективных и субъективных причин. Наиболее ярким уроком на этом пути явился полтавский эксперимент. Он способствовал широкой пропаганде минимизации обработки почвы в европейской части страны и в то же время послужил уроком чрезмерной унификации и шаблонизации, поскольку проводился партийными методами. Мелкая обработка почвы, проводившаяся на территории всей Полтавской области, при всем благополучии преобладающих черноземов дала не только положительные результаты. Пропашные культуры значительно снижали урожайность, в отличие от зерновых культур. Последние отрицательно реагировали на минимизацию на уплотняющихся почвах, особенно солонцеватых.

Отмечавшиеся в дальнейшем эксцессы минимизации почвообработки связаны с возделыванием культур со стержневой корневой системой, требующих меньшей плотности почв. Особенно отличается в этом отношении подсолнечник. При глубокой обработке почвы он развивает мощный корень, который использует влагу с большой глубины благодаря чему растение переносит продолжительные засухи. В меньшей степени реагируют на минимизацию обработки почвы зернобобовые культуры, также имеющие стержневую корневую систему. При минимизации обработки почвы снижается уро-

жайность корнеплодов и клубнеплодов. В литературе встречаются данные об успешном возделывании названных культур при мелких обработках почвы. Это исключение относится к высокоструктурным почвам.

Реакция зерновых культур на сокращение обработки менее выражена, но изменяется в широких пределах, что определяет постоянную дискуссионность проблемы. Если практические действия сильно отклоняются от рекомендаций науки и попадают под влияние рыночных реклам, то вместо дискуссий возникают кампании, подобные выше упомянутой кампании 2007-2009 годов. Она проходила под вывеской «энергосберегающего земледелия». Энергосбережение сводилось к экономии затрат на топливо путем сокращения механической обработки. При этом не учитывались отрицательные стороны минимизации, в частности усиленное развитие сорной растительности, на подавление которой расходовалось повышенное количество гербицидов. Расходы на них нередко превышали экономию на топливе.

В «репертуаре» этой кампании оказалось и нулевая обработка. Опыта ее применения в России не было даже в научных и опытных учреждениях. Применение дорогостоящих сеялок прямого посева на засоренных полях с невыравненной поверхностью и нередко плужной подошвой приводило к печальным результатам.

Данная кампания совпала с другой кампанией, которую пытались развернуть, освоением переложных и залежных земель. Во многих хозяйствах для этой цели стали применять мелкую обработку вошедшими в моду дисками и другими дисковыми орудиями.

Как и следовало ожидать, критическая масса неудач вызвала негативную реакцию самих «экспериментаторов». В Поволжье и ряде смежных районов этому способствовали погодные условия 2010 года. Зима была многоснежной, весна влажной, летом разразилась сильная засуха. В итоге по минимальной обработке вследствие худшей водопроницаемости почвы и повышенного поверхностного стока запас влаги в почве был меньше, чем по обычным и тем более глубоким обработкам, которые способствовали более

глубокому проникновению влаги. По этой причине, а также вследствие повышенной засоренности урожайность полевых культур была значительно ниже. Наибольшие выпадения озимой пшеницы наблюдались на залежных и особенно переложных участках, поднятых мелкой обработкой. Маятник минимизации обработки качнулся в противоположную сторону. Увеличилась доля отвальной зяби. Ошибки минимизации привели к ошибкам другого рода – вспашке пересохшей почвы, то есть вернулись к порочной традиции. Такая вспашка приводит к потере влаги, особенно значительной при весенней разделке глыб луцильниками и распылению почвы.

Обращает на себя внимание массовое нарушение технологии вспашки, ставшее обычным явлением: не используется предплужник, пласт часто становится на ребро вследствие неправильной расстановки корпусов или недостаточной скорости движения агрегата, образуется глыбистая поверхность. Между пластами не заделываются сорняки. В сухих комьях не прорастают семена сорняков ни в зяби, ни в пару. Для того, чтобы они проросли, необходимо обеспечение мелкокомковатости и прикатывание почвы. В итоге оказывается, что главное назначение вспашки – борьба с сорняками не выполняется в должной мере.

Чтобы правильно выбрать обработку почвы, необходимо отчетливо представлять задачи, которые перед ней стоят. В случае необходимости защиты почвы от ветровой эрозии и снегозадержания практикуется плоскорезная обработка почвы с оставлением стоячей стерни. Для предотвращения водной эрозии применяют глубокую плоскорезную или обработку стойками СибИМЭ. Последнюю используют на солонцовых почвах в связи с их повышенной плотностью. На плакорных землях критериями выбора обработки являются требования культур к плотности почвы и условия засоренности полей. Если условия эти оптимальны, механическая обработка не нужна, в том числе и предпосевная, разумеется, при наличии сеялки прямого посева. В зависимости от степени и характера засоренности полей сорняками комбинируют различные механические обработки с гербицидами.

С точки зрения регулирования водного режима агроценозов важно поддерживать такое структурное состояние почвы, чтобы обеспечивалось максимальное накопление влаги в период увлажнения и минимальное испарение в период засухи. На гидроморфных почвах практикуются глубокие обработки для улучшения водно-воздушного режима. Отвальная вспашка сохраняет свое значение при подъеме целинных, залежных и переложных земель, пласта многолетних трав (табл. 26, 27), при внесении органических и основных минеральных удобрений в больших дозах (на севооборот) во всех зонах. В засушливых районах она все больше уступает место энергосберегающим приемам по мере повышения культуры земледелия.

26. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от способа обработки южного чернозема после многолетних трав (Кирюшин В.И., 1976)

Обработка почвы	Средний урожай за 1972-73 годы, ц/га
Дискование на 8-10 см	10,2
Дискование и рыхление на 25 – 30 см (КППГ-250)	14,6
Вспашка на 25-27 см	21,4

27. Урожай сена люцерно-житниковой травосмеси на южном карбонатном черноземе после подъема целины, в ц/га (Кирюшин В.И., 1976)

Варианты обработок	1969 год			1970 год	1971 год	Средняя урожайность
	1-й укос	2-й укос	Сумма за 2 укоса			
Дискование на 8-10 см	7,7	17,7	25,4	19,3	10,7	14,5
То же + рыхление на 23-27 см	15,3	41,9	57,3	24,3	13,0	24,3
Вспашка на 25-27 см	21,4	48,7	70,1	50,1	14,5	29,9
НСР _{0,95}	4,8	4,5	--	3,5	3,9	
Ошибка в %	7,4	5,5	--	3,9	6,0	

4.2.7. Проектирование систем удобрения сельскохозяйственных культур

4.2.7.1. Задачи и принципы проектирования систем удобрения

Задачи решаются в нескольких направлениях:

- регулирование круговорота веществ в агроландшафтах,
- оптимизация элементов земледелия, системно зависимых от применения удобрений;
- управление продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах.

Последняя задача выполняется при проектировании агротехнологий, первая и вторая – при формировании АЛСЗ в рамках проекта внутрихозяйственного землеустройства. В идеале такое проектирование должно осуществляться на основе моделей земледелия при различных уровнях обеспеченности агрохимическими ресурсами, которые разрабатываются зональными НИИ по результатам многофакторных полевых экспериментов. При отсутствии целевых экспериментальных исследований обобщают данные различных научных и производственных опытов, материалы хозяйственной деятельности, экстраполируют опыт смежных областей, на основе чего разрабатывают алгоритмы, устанавливающие характер изменения структуры пашни, севооборотов, доли чистого пара, многолетних трав, системы обработки почвы, сроков посева и норм высева в зависимости от обеспеченности агрохимическими ресурсами.

В проектах АЛСЗ осуществляют ландшафтный подход к распределению и использованию удобрений с учетом рельефа (в особенности склонов различной крутизны, формы, длины, экспозиции), структуры почвенного покрова, смывости почв. Актуальна задача разработки соответствующих нормативов (видов, доз, форм, сроков и способов) применения удобрений с уче-

том различных характеристик ландшафтов и особенно условий геохимического стока и аккумуляции биогенных элементов.

При формировании систем удобрения в первую очередь решаются задачи, связанные с осуществлением почвозащитных мероприятий. В числе таковых применение различных способов противозерозной обработки почвы, включая оставление на поверхности пожнивных остатков, введение промежуточных посевов, в том числе и сидератов. При оставлении соломы в целях усиления защиты почвы от эрозии дефицит азота под возделываемыми на таких участках культурами, как правило, еще более возрастает, что требует повышения доз азотных удобрений. Сокращение чистых паров в эрозионных ландшафтах лесостепи также затруднительно без дополнительных затрат удобрений и пестицидов. Определенный уровень химизации необходим и для поддержания противодефляционной системы земледелия в степной зоне, особенно при минимизации обработки почвы.

Следует, однако, определить экономически и экологически целесообразные уровни интенсификации использования эрозионных ландшафтов различной сложности, отдавая приоритет более интенсивному использованию лучших земель. Применение интенсивных и высокоинтенсивных технологий возделывания зерновых и особенно технических культур на плакорных землях позволяет вывести из активного оборота эродирующие и другие неблагоприятные земли. Этот путь целесообразен как в экономическом, так и в экологическом отношении. Нарращивание продуктивности эрозионных земель чрезвычайно затратно, поскольку требует мелиоративных мер по регулированию стока. При этом полностью не устраняется риск проявления эрозии и усиливается опасность загрязнения аккумулятивных ландшафтов антропогенными компонентами геохимического стока.

Особое место в системе удобрений принадлежит органическим удобрениям, поскольку с их применением связано не только регулирование круговорота биогенных элементов и питания растений, но и оптимизация режима органического вещества почв. При этом важно ориентироваться не на схода-

стические расчеты баланса гумуса, а на поддержание в почве такого количества лабильного органического вещества, которое обеспечивает благоприятное структурное состояние почвы и оптимальную биологическую активность. Для этого следует руководствоваться региональными моделями режима органического вещества в севооборотах под различными культурами с учетом поступления его с растительными остатками, использования соломы, пожнивных посевов, сидеральных культур, навоза. Применение последнего следует планировать, используя модель круговорота органического вещества и биогенных элементов в системе: луг – ферма – поле.

Чрезвычайно важно пополнение органического вещества в зерно-паро-пропашных севооборотах при высокой доле пропашных культур. Под интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур на плакорных землях в таких севооборотах обязательно применение навоза или других органических удобрений.

При применении минеральных удобрений необходимо следить за реакцией среды и поддерживать ее на оптимальном уровне с помощью химических мелиорантов.

Принципиальные подходы к системе удобрения каждого севооборота и внесевооборотного участка имеют ряд общих обязательных требований:

- определение возможных уровней продуктивности сельскохозяйственных культур с учетом погодных, почвенно-агрохимических, организационно-экономических условий хозяйствования;
- наличие результатов почвенно-агрохимического обследования всех полей и участков (карты, картограммы, паспорта полей) для обоснования необходимости и очередности устранения лимитирующих факторов с целью достижения определенных уровней продуктивности возделываемых культур;
- определение возможностей накопления органических удобрений (навоз, компост, сидераты, промежуточные посевы, солома и т. д.), распределение их по имеющимся севооборотам и внесевооборотным участкам с учетом

расположения, материально-технического обеспечения и структуры посевных площадей;

- обоснование оптимальных доз и мест внесения в принятом чередовании культур уточненных объемов и видов органических удобрений;
- определение нуждаемости и обоснование оптимальных доз, видов и мест внесения в принятом чередовании культур химических мелиорантов.

Важным критерием обоснованности системы удобрения севооборота наряду с агрономической и экономической эффективностью является баланс питательных элементов, количественные показатели которого обеспечивают прогноз возможных изменений обеспеченности почв питательными (и сопутствующими) элементами. Требования к балансу питательных элементов в каждом севообороте (агроландшафте) должны быть дифференцированы в зависимости от уровня продуктивности культур, почвенно-климатических условий и желаемого изменения регулируемых показателей плодородия почв.

Баланс азота в каждом агроландшафте теоретически должен быть нулевым (уравновешенным), хотя практически достичь этого чрезвычайно трудно, так как процессы азотфиксации, аммонификации, нитрификации, денитрификации и подвижность нитратов в почвах протекает неоднозначно в зависимости от множества факторов природного и антропогенного характера.

Баланс фосфора должен быть нулевым, если обеспеченность почвы его подвижными формами оптимально соответствует биологическим требованиям возделываемых культур. На более бедных почвах баланс фосфора может быть в разной степени положительным, а на более богатых – в разной степени отрицательным.

Баланс калия должен быть таким же, как и фосфора, но с учетом известных факторов резкой мобилизации почвенных запасов калия при внесении удобрений и мелиорантов, нулевым он может быть уже тогда, когда

обеспеченность почвы обменными формами калия на 1 класс ниже оптимальных требований культур к обеспеченности этим элементом.

Баланс кальция (а не редко и магния) поддерживается в оптимальном состоянии в каждом агроландшафте при применении соответствующих химических мелиорантов.

Баланс микроэлементов в каждом конкретном случае поддерживается в оптимальном состоянии при квалифицированном применении соответствующих микроэлементов с учетом потребностей в них возделываемых культур, обеспеченности ими почв и планируемых уровней продуктивности культур. Определение оптимальных доз минеральных удобрений осуществляют с помощью различных методов, изложенных в учебниках и рекомендациях.

Система удобрения ежегодно корректируется в годовых планах применения удобрений и мелиорантов с указанием доз, форм, сроков и способов их внесения под каждую культуру с учетом различий в плодородии отдельных полей и участков, фактического размещения культур по полям, погодных условий прошедшего года (через фактические урожаи предшественников), организационно-хозяйственных условий и конъюнктуры рынка.

4.2.7.2. Применение органических удобрений

Использование органических удобрений в хозяйствах осуществляется на основе системы применения удобрений в севообороте, которая включает: определение потребности в удобрениях, выход навоза, место внесения удобрений в севообороте, дозы, сроки и способы их внесения. Выход навоза в хозяйстве зависит от вида и технологии содержания животных, обеспеченности кормами, количества подстилки, способа навозоудаления, продолжительности стойлового периода. Учитывая, что эффективность использования органических удобрений значительно повышается в пропашных севооборотах, в первую очередь, их вносят под картофель, овощи, кукурузу, сахарную и кормовую свеклу.

28. Примерные дозы внесения подстилочного навоза КРС под сельскохозяйственные культуры, т/га

Почвы	Овощи, корне-плоды	Картофель	Кукуруза, подсолнечник	Сахарная свекла	Озимые зерновые	Периодичность внесения, лет
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	60-80	50-60	50-60	-	40-50	3-4
Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые	50-60	40-50	40-50	-	40-50	4-5
Серые лесные	40-60	40-50	30-50	40-60	30-40	4-5
Черноземы выщелоченные, обыкновенные, типичные	40-50	30-40	30-35	30-40	30-40	4-5
Черноземы южные, каштановые	30-40	30-40	20-30	30-40	20-30	5

В связи с большими затратами на транспортировку и внесение органических удобрений пропашные севообороты размещают, как правило, вблизи ферм и комплексов, где сосредоточено основное поголовье животных. В зернотравяных или зернопаровых севооборотах, размещенных на удаленных полях, поддержание оптимального режима органического вещества может осуществляться за счет пожнивно-корневых остатков культур и использования на удобрение соломы и сидератов в сочетании с минеральными удобрениями.

Дозы внесения органических удобрений устанавливаются с учетом вида возделываемых культур, планируемой урожайности, обеспеченности хозяйства органическими удобрениями и содержания в них питательных веществ, расстояния перевозки удобрений, экологических условий. Ориентировочные дозы внесения подстилочного навоза КРС приведены в таблице 28.

Дозы остальных видов органических удобрений можно рассчитать, исходя из их удобрительной ценности по отношению к подстилочному навозу.

Бесподстилочный жидкий навоз и помет не рекомендуется вносить под овощи, лучше всего их использовать под кормовые культуры (кукуруза на силос, однолетние и многолетние травы и др.). Площадь сельскохозяйственных угодий, необходимая для утилизации бесподстилочного навоза, ориен-

тировочно устанавливается по азоту: без орошения – не более N200 кг/га, при орошении – не более N300 кг/га.

Важнейшими органическими удобрениями, особенно в условиях недостатка навоза, являются солома и сидераты. При урожайности зерновых 20-30 ц/га с соломой в почву может быть возвращено 10-15 кг азота, 5-8 кг фосфора, 20-35 кг калия. В связи с широким соотношением C:N недостаток азота в злаковой соломе необходимо компенсировать внесением азотных удобрений, доза которых рассчитывается по формуле:

$$D_N = (K \cdot N \cdot 0,04 - N) \cdot 10 \cdot M,$$

где: D_N - доза азотных удобрений, кг/га; K – соотношение C:N в соломе, N - содержание азота в соломе, %; M – количество запахиваемой соломы, т/га.

В среднем на 1 т соломы злаковых культур необходимо вносить 10 кг азота.

Сидераты являются неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического вещества и элементов минерального питания. Культуры, возделываемые в сидеральных парах, должны быть преимущественно из семейства бобовых, обладать высокой азотфиксирующей способностью и обеспечивать максимальное накопление сидеральной массы ко времени посева озимых. Для пожнивных и поукосных посевов сидеральных культур важными факторами являются холодостойкость, морозостойкость и высокие темпы накопления вегетативной массы.

Наиболее обширной зоной, где сидераты дают хорошие результаты, является южно-таежнолесная с дерново-подзолистыми почвами, бедными гумусом и подвижными элементами питания. В этой зоне роль сидератов в окультуривании песчаных и супесчаных почв особенно велика. На территориях, расположенных южнее линии Санкт-Петербург-Тверь-Иваново-Нижний Новгород-Казань-Уфа, после уборки озимых и ранних яровых зерновых культур возможны пожнивные посевы сидератов.

В Центральном Нечерноземье после уборки озимых зерновых культур пожнивный период длится более 60 дней, в течение которых выпадает 150 мм и более осадков, а сумма биологически активных температур достигает 800-1000°C, что составляет 30-40% агроклиматических ресурсов всего теплого времени года. Этого количества тепла и влаги достаточно для выращивания в повторных (пожнивных и поукосных) посевах таких быстрорастущих, устойчивых к заморозкам культур, как горчица белая, озимый и яровой рапс, редька масличная, фацелия. В пожнивных посевах они дают по 150-200 ц/га зеленой массы.

На Северном Кавказе сидеральные культуры возделываются в повторных посевах на эродированных и орошаемых землях для улучшения агрофизических свойств и обогащения их органическим веществом, защиты почвы от смыва и выдувания. Для этих целей используют озимый рапс, озимую сурепицу, зимующий и яровой горох, люпин, злаковые культуры в чистом виде и в смеси с бобовыми.

В Сибири сидераты успешно возделываются в самостоятельных посевах – многолетний и однолетний люпин на дерново-подзолистых почвах, донник – на солонцеватых. Возможны здесь и повторные посевы горчицы белой и других культур с коротким вегетационным периодом на корм и зеленое удобрение.

В районах Дальнего Востока, отличающихся достаточным количеством тепла и влаги, особенно во вторую половину лета и осенью, в качестве сидеральных культур целесообразно выращивание люпина многолетнего и однолетнего, сои, клевера.

В таблице 29 приводится биологическая характеристика сидеральных культур.

29. Биологическая характеристика сидеральных культур

Культура	Период от посева до максимальной продуктивности надземной массы, дней	Потребность в тепле – сумма активных температур, °C	Показатель засухоустойчивости культуры
Донник белый	85-95	1200-1400	Очень засухо-

			устойчивая
Донник желтый	85-95	1200-1400	То же
Люпин Многолетний	95-105	1400-1600	Слабо засу- хоустойчивая
Люпин однолетний	70-80	900-1100	То же
Сераделла	80-90	1100-1300	-«-
Горох кормовой	75-85	900-1200	-«-
Бобы кормовые	75-85	900-1200	-«-
Горчица белая	50-60	700-800	-«-
Сурепица яровая	40-50	600-750	-«-
Перко	85-95	1200-1400	-«-
Рапс яровой	50-60	750-850	-«-
Фацелия	55-65	700-800	-«-
Редька масличная	45-55	650-800	Средне засухо- устойчивая
Амарант	70-85	850-1200	То же
Вика яровая	80-90	1100-1300	Влаголюбивая

4.2.8. Фитосанитарная оптимизация агроценозов

4.2.8.1. Оценка целесообразности применения защитных мероприятий

В качестве экономического критерия целесообразности проведения защитных мероприятий используют уровень распространения вредных организмов, превышающий экономический порог их вредоносности.

Экономические пороги вредоносности позволяют оценивать уровни распространения вредителей, возбудителей болезней и сорняков на конкретных полях и участках в связи с определением целесообразности проведения защитных мероприятий. Все участки с численностью вредных организмов, превышающей экономический порог вредоносности подлежат воздействию защитных мероприятий. Разработка и использование экономических порогов вредоносности, подобно системе учета и оценки численности вредных организмов, - обязательный элемент системы управления фитосанитарным состоянием агроландшафтов.

Экономические пороги вредоносности (ЭПВ) рассчитываются для каждого конкретного агроценоза в агроландшафте. Порядок расчета ЭПВ следующий.

На первом этапе определяется величина дополнительного урожая (Д.У.), окупающая затраты на применение регулирующих мероприя-

тий(например гербицидов), ц/га по формуле $ДУ = З/Ц$, где $З$ - затраты на применение гербицидов (руб.), $Ц$ - цена 1 ц урожая плановая или фактическая реализационная с конкретного поля, руб/ц. На втором этапе вычисляется экономический порог вредоносности сорняков (ЭПВ) по формуле: $ЭПВ = ДУ/в$, где $в$ – коэффициент потерь урожая (ц/га) в расчете на 1 сорняк/ $1 м^2$. Коэффициент потерь урожая на 1 вредный организм (балл распространения) может выражаться в абсолютных цифрах (кг урожая/га/ особь на $1 м^2$) или в относительных в % потерь на 1 сорняк на $1 м^2$ от планируемого (на этапе планирования защитных мероприятий) или фактического урожая конкретного поля (в период проведения защитного мероприятия и оценки эффективности защитного мероприятия).

Расчетные показатели коэффициентов потерь обычно разрабатываются научно-исследовательскими учреждениями и носят зональный характер. Для примерных расчетов разработаны общие показатели экономических порогов вредоносности, публикуемые в справочной литературе по культурам и вредным организмам. При смешанном типе засоренности несколькими видами сорняков ЭПВ определяется как средневзвешенный показатель с учетом коэффициентов потерь урожая от конкретных видов сорняков и доли фактического количества каждого вида сорняков в агроценозе, т.е. процент потерь на 1 средневзвешенный сорняк/ $м^2$.

Экономический порог целесообразности защитных мероприятий (ЭПЦ) для конкретных хозяйственных условий, учитывающий не только окупаемость, но и прибыльность защитного мероприятия (например на уровне средней прибыли растениеводства или в конкретном случае зернового производства или другой наперед заданной величины показателя прибыли) рассчитывается с учетом четырех коэффициентов. Эти коэффициенты учитывают хозяйственную производственно – экономическую деятельность, корректирующую ЭПВ в связи с прибыльностью мероприятия:

K_1 –коэффициент затрат на уборку дополнительного урожая (на уровне расходов на уборку урожая в общей сумме затрат на производство

зерна)-порядка 20-30%, соответственно;

К2 – коэффициент накладных расходов (с учетом процента накладных расходов от прямых затрат по конкретной культуре в хозяйстве, обычно 15-30%);

К3 – коэффициент экологичности защитных мероприятий (учитывающий, например, опасность применения пестицидов в связи с возможным отрицательным влиянием их на полезную фауну, флору и здоровье человека, принимаемый по показателю дополнительных затрат на их предотвращение: контроль выполнения работ, дополнительные мероприятия по защите пчел, мероприятия по мониторингу загрязнения, по предотвращению опасности и т.д.) порядка 10-30%;

К4 – коэффициент прибыльности (наперед заданная прибыль - средняя по культуре в хозяйстве, конкретная по культуре на поле, обрабатываемом гербицидами, обеспечивающая расширенное воспроизводство (обычно не ниже 40%).

Тогда ЭЦВ (экономический порог целесообразности активных защитных мероприятий) = ЭПВ \times (К1 + К2 + К3 \times К4) %

Пороговые уровни целесообразности применения химических средств защиты растений, как показывает обобщение отечественного и зарубежного опыта, соответствуют высокому и среднему уровням распространения вредных организмов в агроландшафтах.

4.2.8.2. Принципы формирования систем защиты растений

Защита растений от вредителей, болезней и сорняков в системах земледелия является важным звеном в ограничении действия факторов, лимитирующих продуктивность сельскохозяйственных культур и качество получаемой продукции.

Современная концепция защиты растений, имея своей целью обеспечение урожая требуемого качества при снижении затрат на его производство и уменьшении отрицательных действий на окружающую среду, связывает в

единое целое использование иммунных сортов, адаптированных агротехнических приемов возделывания, методов биологической борьбы с вредными организмами, и сводит применение химических средств защиты растений к минимуму.

Эта стратегия определяет необходимость системного подхода и связывает экологические требования защиты внешней среды с экономическими целями земледелия. На базе знаний о взаимосвязях между почвенно-климатическими условиями места выращивания, требованиями культурных растений к ним, агротехническими приемами, вредными и полезными организмами такой подход наиболее полно реализуется в рамках адаптивно-ландшафтного земледелия.

Основой систем защиты растений от вредителей, болезней и сорняков должны служить, прежде всего, организационно-хозяйственные и агротехнические приемы, способствующие оптимизации фитосанитарной ситуации в посевах, которые при необходимости снижения вредоносности вредных видов могут дополняться различными биологическими и химическими методами. Для принятия решений о проведении таких мероприятий проводится мониторинг и прогноз состояния посевов на основе использования порогов вредоносности. Последние зависят от многих факторов, поэтому принятию решений о необходимости определенных мер борьбы способствует разработка компьютерных моделей.

Использование химических средств регламентируется экономической эффективностью, что значительно ограничивает объемы их применения. С целью экологизации защиты растений следует использовать селективные, щадящие полезную фауну химические пестициды. Дифференцированное внесение пестицидов в соответствии с неравномерным распределением вредных организмов в агроценозах – это следующий этап в развитии природоохранных технологий. Применение средств с узким спектром действия расширяет шансы биологических препаратов. Для подавления вредителей, особенно на овощных культурах, можно использовать микробные инсектициды

(на основе патогенных бактерий или вирусов), которые вызывают не только гибель насекомых, но и снижают их устойчивость к паразитам, хищникам и другим патогенам. Для обработки семян и посадочного материала, а также растений по вегетации в некоторых случаях целесообразно применять препараты на основе микробов - антагонистов фитопатогенов, а также различные биологически активные вещества природного происхождения, которые успешно конкурируют с химическими фунгицидами. Так, в настоящее время для обработки семян пшеницы широко используются препараты на основе псевдомонад, которые выделяют антибиотики, ингибирующие развитие фитопатогенов, а также вещества тритерпенового ряда, выделенные из лапок пихты сибирской.

Используя ловчие культуры, также можно значительно снизить объемы и площади применения инсектицидов. Как показали исследования СибНИИЗХим (Власенко Н.Г., 2004), ловчая культура семейства капустовых с более коротким вегетационным периодом в сравнении с рапсом, способствует локализации и концентрации насекомых-фитофагов. После заселения ловчей культуры насекомыми, ее обрабатывают инсектицидом для предотвращения расселения вредителей на рапс. При соблюдении всех технологических требований ловчие культуры, занимающие около 10% площади основного посева, вполне надежно защищают рапс от заселения и повреждения его насекомыми-фитофагами при этом расход инсектицида уменьшается на 90%. Для использования в качестве ловчих культур пригодны сурепица и горчица сарептская. Преимуществом первой является возможность одновременного проведения всех технологических операций при посеве. Существенно и то, что эти культуры трудно скрещиваются между собой даже при принудительном опылении, вследствие чего сурепицу можно выращивать до созревания и уборки на маслосемена. Однако ее использование обеспечивает защиту рапса только от рапсового цветоеда. С помощью горчицы можно защитить посев основной культуры от комплекса специализированных вредителей. Недостатком горчицы, как ловчей культуры, является необходимость более ран-

него сева, что несколько осложняет технологические операции по подготовке почвы и посеву основной культуры, а также необходимость ее скашивания до наступления фазы цветения у рапса с целью предотвращения переопыления.

Выращивание устойчивых сортов в настоящее время рассматривается как основополагающий метод борьбы с болезнями и вредителями, поскольку он прекрасно сочетается с другими способами защиты растений. При наличии сорта с групповой или комплексной устойчивостью и положительной оценки по критерию ЭПВ оказывается возможным лишь соблюдая сортовую агротехнику и дополнительно ничего не предпринимая выйти на желаемый результат, получив защищенный агроценоз. В настоящее время известно достаточно много сортов пшеницы и других культур, обладающих генетической устойчивостью к конкретным возбудителям болезней или вредителям.

В то же время необходимо учитывать, что сортовая устойчивость не обеспечивает абсолютной защиты. Здесь возможно такое же давление отбора, как и при применении пестицидов и, если оно достаточно сильно, быстро появляется определенный биотип, способный выжить на устойчивом сорте. Обычно за 3-5 лет сорт теряет свою устойчивость, что определяет необходимость постоянной селекции на устойчивость к вредным организмам. Для преодоления этого в системе агроценоза, особенно в полевом кормопроизводстве, необходимо формировать полисортовые (сорта с различным типом устойчивости) или поливидовые посевы. Кроме того, для повышения устойчивости растений к вредным организмам целесообразно использовать индукторы иммунитета, а также природные или синтетические регуляторы роста растений.

Все мероприятия по защите растений следует проводить таким образом, чтобы сохранить многообразие и стабильность агроэкосистем для усиления механизмов саморегуляции природной биоты путем создания оптимальных условий для активизации полезных организмов и неблагоприятной обстановки – для вредных. Эти проблемы можно решить лишь с помощью

долгосрочной агроэкологической регуляции соотношения вредных и полезных видов в системе рационального природопользования и землепользования. Особую роль здесь играет повышение экологической значимости биотопов, примыкающих к сельхозугодьям - лесополос, микрозаповедников, живых изгородей и т.д., в том числе посев аттрактивных и фуражных культур для дополнительного привлечения энтомоакарифагов. За счет изъятия перспективных пахотных земель можно создавать биотопы разнообразных видов полезных диких животных и растений, в том числе за счет интродукции и акклиматизации полезных видов из других местообитаний. Но какую долю площади они должны занимать, какой минимальный размер и какую структуру должны иметь такие биотопы, об этом мнения пока сильно расходятся и наши знания еще недостаточны для обоснованных рекомендаций. Но свою экологическую функцию такие биотопы выполняют только в том случае, если они защищены от сноса пестицидов.

4.2.8.3. Применение биопрепаратов

В России, как и во всем мире, возрастающее внимание уделяется разработке экологически безопасных альтернатив пестицидам. В системе биоценологических связей находят свое место инсектицидные, акарицидные, родентицидные и фунгицидные биопрепараты, созданные на основе микроорганизмов с соответствующими хозяйственно ценными свойствами. Технологии производства и применения таких биопрепаратов интенсивно разрабатываются в отечественных институтах и при соблюдении рекомендаций разработчиков они в состоянии стать в определенной мере альтернативой пестицидам химического синтеза, превосходя последние по экологическим, экономическим и социальным показателям. Так, если длительность разработки инсектицидного препарата составляет в среднем 10 лет (как для химического, так и микробиологического), то уже по окупаемости затрат химическое СЗР характеризуется величиной 2,5-5 раз, а микробиологическое (МСЗР) – до 30 раз. Селективность действия химического СЗР – незначительная, тогда как

МСЗР – высокая. Напротив, риск выработки резистентности к химическому инсектициду – высокий, а к микробиологическому он практически отсутствует. И, наконец, вредные побочные явления (сюда в первую очередь относятся загрязнения сельскохозяйственной продукции и агроландшафтов) многообразны в случае химических СЗР и незначительны либо вовсе отсутствуют у МСЗР. Проблема заключается в дефиците таких биопрепаратов как по объемам применения, так и по ассортименту, хотя служба защиты растений остро нуждается в таких средствах.

Эффективное применение биопестицидов против вредителей обусловлено взаимоотношениями между растением, вредителем-фитофагом и патогеном последнего. Очевидно, что применение микробиологического препарата будет удачным в случаях подбора наиболее вирулентного для данного объекта штамма-продуцента и выбора наиболее уязвимой, чувствительной фазы развития вредителя. В каждом конкретном случае эти общие соображения специфически преломляются в соответствующих рекомендациях практике. Так для снижения вредоносности насекомых фитофагов (листогрызущие чешуекрылые, колорадский жук и другие) рекомендуется применение различных биопрепаратов энтомоцидного действия на основе *Bacillus thuringiensis* (BT) в период преобладания личинок младших возрастов (как наиболее восприимчивых к энтомотоксическому и энтомопатогенному действию BT). Рекомендуется повторение такой обработки через 7-8 суток для подавления личинок, отрождающихся из яйцекладок более поздних сроков откладки. Такого рода конкретизация рекомендаций, учитывающая экологические особенности, вредоносность и фенологию вредителя с поправкой на условия данного сезона, абсолютно необходимы для успешного использования биопрепаратов. Предлагая рекомендации по применению биопрепаратов против того или иного вредителя (или их комплекса), необходимо исходить из механизма действия данного микробного средства, которое определяется не только видом штамма-продуцента, но и тем, что входит в состав действующего начала препарата. Это могут быть живые микроорганизмы (споры, конидии и

другие), токсические метаболиты или сочетание всех этих факторов энтомоцидного действия. Так, при наличии у *Bacillus thuringiensis* спор, дельта-эндотоксина, а у некоторых разновидностей и термостабильного экзотоксина при конструировании биопрепаратов путем их комбинации из одного и того же штамма ВТ можно получить семь разных препаратов, каждый из которых будет иметь свой механизм действия и, соответственно, свой спектр активности.

Иллюстрацией возможностей биопрепаратов альтернативных пестицидам различного назначения являются разработки ГНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Тихонович И.А. 2002). Преобладающая часть из нижеследующего перечня создана с использованием энтомопатогенной бактерии *Bacillus thuringiensis*. На ее основе во всем мире разрабатывается наибольшее количество наименований инсектицидных биопрепаратов, поскольку ВТ характеризуется высоким биоразнообразием свойств и ее различные разновидности имеют разный спектр действия. Так, битоксибациллин (БТБ) высоко эффективен против многих (около 70 видов) вредных насекомых. Преимущественно, это листогрызущие чешуекрылые (совки, моли, белянки, шелкопряды, златогузка, американская белая бабочка), а также колорадский жук, паутинные клещи и другие. Ранее в СССР выпуск БТБ достигал нескольких тысяч тонн в год и сильно сократился с общим падением конъюнктуры и реорганизацией крупнотоннажного производства биопрепаратов. Новая разработка ВНИИСХМ Бацикол – биоинсектицид избирательного действия, ориентирована на применение в борьбе с жесткокрылыми вредителями-фитофагами: колорадским жуком и другими листоедами (в том числе с крестоцветными блошками), долгоносиками, пядицей и другими. Все это опасные массовые вредители таких важнейших культур как картофель, крестоцветные овощные, зерновые, ягодники. Бактокулицид также созданный во ВНИИСХМ на основе ВТ, эффективен против кровососущих двукрылых – комаров и мошек, имеющих значительное эпидемиологическое и ветеринарное значение, а в сфере защиты растений может использоваться для защиты

риса от рисового комарика и промышленной культуры грибов – от шампиньонных комариков сциарид.

К другим препаратам ВНИИСХМ относится Бактороденцид – препарат селективного действия для борьбы с мышевидными грызунами, безопасный для человека и нецелевых объектов, и Актинин – препарат на основе стрептомицета, высокоэффективный против паутинных клещей, тлей, а также колорадского жука.

Все перечисленные биопрепараты являются экологически безопасными, безвредными для теплокровных животных и относятся к IV классу опасности. В ряде научных учреждений созданы биосредства на основе энтомопатогенных грибов и их токсинов инсектицидного действия, энтомопатогенных вирусов. В последнее время в фокус внимания науки и практики защиты растений попали также и актиномицеты инсекто-акарицидного действия. Аналогичные тенденции наблюдаются в других странах.

Наличествующий в мире перечень биопрепаратов способен подавить многих опасных массовых вредителей сельскохозяйственных растений, представленных насекомыми, клещами и грызунами. Освоение этих препаратов в должных объемах могло бы существенно улучшить экологическую обстановку в АПК и способствовать улучшению качества урожая и его сохранению. Однако отечественный и мировой ассортимент МСЗР охватывает далеко не весь перечень вредных объектов, имеющих первоочередное экономическое значение, поэтому приоритетной задачей разработчиков биосредств для защиты растений является расширение ассортимента биопрепаратов, увеличение объемов их применения и совершенствования их качества. Одним из направлений по увеличению роли биопрепаратов в АПК России стала разработка микробных препаратов с комплексным действием, основанном на множественности биологических функций микроорганизмов. В ходе разработки нового биопрепарата Бацикола, о котором упоминалось выше, было обнаружено, что помимо энтомоцидного действия этот препарат обладает также фунгицидным эффектом, распространяющимся на важные в практиче-

ском отношении фитопатогенные грибы. Установлено, что Бацикол подавлял развитие возбудителей серой гнили *Botrytis cinerea*, а также некоторых представителей р.р. *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Alternaria* и других. В различной степени это же явление было установлено и для других препаратов энтомоцидного действия на основе *Bacillus thuringiensis*. Обнаружение комплексного действия биопрепаратов позволяет расширить область использования микробных препаратов, рационализировать технологии их применения и тем самым снизить потребление пестицидов химического синтеза.

Нет сомнения, что биологические СЗР, включая биопрепараты, при всех их многочисленных преимуществах в аспекте охраны природы не смогут полностью вытеснить химический метод. Однако в целом ряде сфер аграрного сектора применение биосредств признается преимущественным. Сюда относятся: курортные и водоохранные зоны, сырьевые зоны детского и диетического питания, защищенный грунт.

Наглядным примером беспестицидных технологий служит применение биопрепаратов для защиты крестоцветных культур от вредителей. В первый год возделывания капусты при высадке рассады в грунт применяется Бацикол против крестоцветных блошек (комплекс видов р. *Phyllotreta*). При необходимости на том же участке в конце вегетации применяют Битоксибациллин против листогрызущих чешуекрылых (беянки капустная и репная, совка), поскольку в период выборочного сбора урожая применение инсектицидов нежелательно. На капусте второго года возделывания (семенники) можно использовать Бацикол против рапсового цветоеда. На такой высокорентабельной культуре, как горчица, которая является высокоаттрактивной для вредителей эффективно применение Бацикола как против крестоцветных блошек, так и против восточного горчичного листоеда (с эффективностью свыше 90%), при этом отмечено действие этого препарата также и на снижение численности крестоцветных клопов (эффективность свыше 70%).

Укрепление крупнотоннажного и регионального малотоннажного направлений производства и применения микробных средств защиты расте-

ний (без противопоставления одного другому), в тесном контакте с научными учреждениями – разработчиками биопрепаратов, будет способствовать экологизации сельского хозяйства России.

4.2.8.4. Процедура проектирования систем защиты растений

Проектирование систем защиты осуществляется на основе определения видового состава вредных организмов в рамках агроэкологической группы земель и их потенциальной вредоносности, которая устанавливается с помощью долгосрочного и краткосрочного прогноза. Эти показатели определяются как почвенно-климатическими условиями, так и набором возделываемых культур. В зависимости от преобладающих видов вредителей, болезней и сорняков подбираются сорта сельскохозяйственных культур, обладающие толерантностью к выделенным вредным объектам, агротехнические приемы, способствующие снижению их вредоносности, и средства защиты. Последние могут включать химические, биологические препараты, биологически активные вещества (БАВ). Организационно-хозяйственные мероприятия и агротехнические приемы планируются на основе долгосрочного прогноза развития вредных видов. Применение фитосанитарных средств регламентируется фитосанитарной ситуацией, складывающейся в течение периода вегетации, и осуществляется только при превышении экономических порогов вредоносности.

В зависимости от уровня интенсификации агротехнологий формируются системы защиты растений, различающиеся уровнем использования фитосанитарных средств:

1. В экстенсивных технологиях оптимизация фитосанитарного состояния посевов достигается подбором толерантных сортов; чередованием культур и пара в севооборотах; системой основной, предпосевной и послепосевной обработки почвы, обеспечивающей оптимальное сложение пахотного слоя и выравненность поверхности поля, воздушно-тепловым обогревом семян, оптимизацией сроков посева, норм высева, глубины заделки семян. Хи-

мические средства защиты применяются эпизодически, в условиях эпифитотий, при вспышках массового размножения вредителей и сорняков, которые могут привести к существенным потерям или даже уничтожению урожая.

2. Второй уровень интенсификации (нормальный) предусматривает, наряду с организационно-хозяйственными и агротехническими мероприятиями по оптимизации фитосанитарного состояния посевов, использование протравителей семян при заражении семенного материала возбудителями заболеваний выше порога вредоносности и гербицидов при высокой засоренности посевов двудольными сорняками. В технологиях подготовки пара одну-две механические обработки целесообразно заменить химической с использованием гербицидов сплошного действия или для удешевления мероприятия - их смесью с противодвудольными препаратами. При опасности возникновения эпифитотий листостеблевых инфекций в период вегетации на семенных и наиболее продуктивных посевах применяются фунгициды. Возможно использование инсектицидов в случаях вспышек массового размножения вредителей, особенно на всходах культур, в частности, на сахарной свекле, рапсе, ячмене и т.п.

3. В интенсивных технологиях, обеспечивающих существенное повышение продуктивности культур, вредоносность вредных видов усиливается. В дополнение ко второму уровню в системах защиты здесь применяются гербициды против мятликовых сорняков. Проводится опрыскивание вегетирующих посевов фунгицидами при первых признаках проявления заболеваний. Наряду с защитой всходов от вредителей инсектициды применяются также для защиты вегетативных и генеративных органов. Обязательным приемом следует признать и использование регуляторов роста для предотвращения полегания зерновых. В случаях задержки созревания целесообразно проводить сеникацию.

4. Высокие технологии, обеспечивающие получение продукции требуемого качества при исключении отрицательных воздействий на окружающую среду, значительно усложняют системы защиты. В этом случае необходимо

не только осуществлять надзор за состоянием посевов, но и оказывать влияние на примыкающие к ним биотопы – следить за развитием полезной биоты, формировать насаждения таким образом, чтобы обеспечить привлечение на поля паразитов и хищников вредителей, в том числе и с помощью подсева энтомофильных растений (донник, фацелия, пустырник и т.п.). С другой стороны лесополосы и лесные насаждения не должны быть рассадником сорных растений. В основе систем защиты при высоких агротехнологиях лежит использование новых сортов с комплексной устойчивостью к вредным видам, в том числе генномодифицированных, индукторов иммунитета, современных селективных химических и биологических препаратов, новой техники их внесения, учитывающей неравномерность распределения вредных объектов. Здесь же целесообразно конструировать агроценозы с подсевом ловчих культур с целью отпугивания вредителей либо их привлечения на небольшие площади.

4.2.9. Проектирование кормопроизводства

4.2.9.1. Современное состояние кормопроизводства и новые требования к его формированию

В 20 веке в стране господствовал унитарный подход к специализации животноводства и связанного с ним кормопроизводства. Широкое распространение получило строительство крупных птицефабрик, животноводческих комплексов для крупного рогатого скота, овец и свиней. Причем места для них выбирались не на основе глубокого изучения природных условий, а приказным порядком. В то же время мелкие деревни с их небольшими колхозными фермами были признаны бесперспективными. Поэтому проектировщикам при разработке кормовой базы для гигантских комплексов приходилось подстраиваться под административные решения и подгонять свои расчеты, не обращая внимания на экономику.

При переходе на адаптивно-ландшафтные системы земледелия соотношение различных угодий (в том числе природных сенокосов и пастбищ) и

структура посевных площадей полевых культур (в том числе кормовых) должны вытекать из агроэкологической оценки земель. Одновременно необходимо учитывать производственно-ресурсный потенциал товаропроизводителей и разнообразие хозяйственных укладов.

В современном развитии земледелия России с углублением его дифференциации применительно к природным, экономическим и социальным факторам возрастает интегрирующая значимость кормопроизводства, которое оказывает определяющее влияние не только на состояние животноводства, но и на повышение эффективности производства продуктов растениеводства, плодородие почв, устойчивость агроландшафтов, биоразнообразие, экологическую безопасность.

Доля кормовой площади различается в зависимости от природных условий. Природные кормовые угодья в лесной зоне занимают 23,5 млн.га или 40,5% площади сельхозугодий, в лесостепной и степной – 33,3 млн.га или 27,9%, в полупустынях – 9,2 млн. га или 83,6 %, в горных районах – 21,2 млн.га или 66,8%. Во всех зонах под корма используются поймы рек.

ПКУ являются важнейшим источником не только кормовых, но и лекарственных, пищевых, технических, декоративных и других растений. Это банк биоразнообразия ценнейших растительных ресурсов, место обитания реликтовых растений, животных и птиц. Растительность ПКУ имеет большое природоохранное значение. Она играет большую противозерозийную роль, предохраняя поймы и склоны от размыва, а в степных и аридных зонах защищает от ветровой эрозии.

4.2.9.2. Размещение отраслей животноводства в соответствии с природными условиями

Размещение отраслей животноводства должно быть адаптировано в соответствии с особенностями кормопроизводства применительно природным и экономическим условиям отдельных регионов страны.

Развитие молочного и мясного скотоводства, на долю объемистых кормов которого приходится 70-75% по питательности от общего их расхода, наиболее целесообразно в природных зонах благоприятных для травосеяния, при наличии продуктивных природных сенокосов и пастбищ. Молочное и мясное скотоводство должно развиваться на основе стойлово-пастбищной системы содержания животных. Это позволит также использовать естественные угодья и создавать культурные пастбища с регулируемым использованием их при выпасе животных. В хозяйствах с высокой распаханностью земель будет применяться стойлово-выгульное содержание и стойлово-лагерная система содержания скота. В высокоинтенсивном молочном скотоводстве широкое применение должно получить строго нормированное многократное скармливание комбикормов и добавок из автоматизированных кормушек, обеспечивающее наиболее рациональное их использование и раздой коров.

Другим направлением обеспечения сбалансированного полнорационного кормления высокопродуктивных пород может стать скармливание кормосмесей разных по подбору кормов и питательности в зависимости от условий и физиологического состояния животных.

Молочному направлению скотоводства наиболее полно отвечают природные условия в северо-западной и центральной части таежно-лесной зоны Европейской территории с высокой степенью интенсификации, особенно в пригородных районах, где оно сочетается с птицеводством. Это обусловлено высокой плотностью городского населения и относительно малой транспортабельностью этих видов продукции.

На юго-востоке Европейской части лесной зоны основное направление животноводства – молочно-мясное. Этот район является поставщиком масла, сыра и говядины.

Северная лесостепь Европейской части – зона скотоводства, свиноводства и птицеводства. Здесь наиболее высок уровень производства свинины на душу населения и в структуре производства мяса.

Южная часть лесостепной зоны, степная и полупустынная зоны Европейской части выделяются как база производства мяса и тонкой шерсти.

Природные зоны, расположенные вдоль Уральских гор (лесная, лесостепная) характеризуются развитием молочно-мясного скотоводства и свиноводства, а в пригородных зонах промышленного птицеводства. На юге региона, в степной части, где значительные площади заняты природными пастбищами, наиболее целесообразно развитие полутонкорунного и тонкорунного овцеводства и специального мясного скотоводства.

В Западной Сибири имеются различные отрасли животноводства, в т.ч. молочно-мясное скотоводство и тонкорунное овцеводство. Восточная Сибирь отличается более низкой интенсивностью развития животноводства. В Дальневосточном регионе удовлетворение спроса населения в продуктах питания за счет собственного производства обуславливает развитие молочного скотоводства и птицеводства, продукция которых менее транспортабельна.

Зонами производства цельномолочной продукции являются районы с высокой концентрацией городского населения – Центральные и Северо-Западные. Товарными зонами по производству и поставкам в другие регионы продукции переработки молока (масло, сыр и др.) остаются районы с меньшей плотностью городского населения: Волго-Вятский, ЦЧЗ, Поволжский и Западно-Сибирский.

Развитие отраслей животноводства целесообразно формировать на базе рационального сочетания крупного, среднего и мелкотоварного производства.

4.2.9.3. Расчет потребности животных в кормах

Основные различия потребности в кормах зависят от видов животных (травоядных, моногастричных) и птицы, половозрастных групп, специализации производства продукции (молока, мяса, шерсти, яйца и др.).

Проектирование кормопроизводства для конкретного хозяйства проводят на определенное поголовье с учетом видов и половозрастных групп животных, а также на планируемую животноводческую продукцию. При этом

используют детализированные нормы кормления и типовые рационы, принятые в зоотехнии. Обеспечение потребности животных различного уровня продуктивности в энергии и питательных веществах проектируется на основании специальных нормативов. Тип кормления разных животных с учетом их возраста и продуктивности рассчитывается в соответствии с принятыми рационами. На основании структуры кормовых рационов и нормативов затрат кормов на производство продукции разрабатываются специальные таблицы годовой потребности и обеспеченности кормами для всех видов и половозрастных групп животных.

При расчетах годовой потребности по видам кормов их питательность берется из зоотехнических справочников. По данным анализов качества и питательности кормов (не реже одного раза в месяц) вносятся коррективы в принятые рационы.

Кормовой баланс хозяйства подразделяется на два периода: летний и зимний, если не планируется круглогодичного стойлового содержания. Соотношение между периодами отличается в различных зонах и провинциях страны. Например, в Среднерусской провинции южнотаежно-лесной зоны летний (пастбищный) период составляет примерно 5 месяцев, а зимний (стойловый) 7 месяцев. Практикой хозяйств установлено, что за 5 летних месяцев здесь получается примерно 60 - 70% годового производства молока и мяса, а за 7 зимних месяцев только 30 - 40%. В более южных районах летний период увеличивается, а на севере сокращается. Причем, себестоимость животноводческой продукции в летнее время намного ниже, чем в зимнее. Поэтому при проектировании кормопроизводства главное внимание должно обращаться на высококачественное и бесперебойное кормление животных в летнее время, чтобы как можно больше увеличить долю этой продукции, особенно при условиях выровненных цен на молоко в течение всего года.

Существует три типа летнего содержания животных: пастбищное, стойлово-выгульное и комбинированное (пастбищно-стойловое). Однако строгую границу между ними провести трудно. В большинстве хозяйств в

настоящее время применяется комбинированное содержание животных, при котором какое-то количество кормов они получают на естественных пастбищах, а недостающую часть им доставляют в скошенном виде. В зависимости от состояния и продуктивности естественных пастбищ в различных хозяйствах соотношение пастбищной и скошенной травы будет меняться, что должно учитываться при проектировании.

При стойлово-выгульном содержании животные обеспечиваются в основном зелеными кормами в скошенном виде, но допускается также небольшой выпас во время прогулки. При пастбищном содержании они получают большинство зеленых кормов путем стравливания трав на корню, но в засушливые периоды может также частично использоваться подкормка в скошенном виде.

Наиболее дешевые зеленые корма можно получать на культурных пастбищах. Пастбищное содержание животных сокращает затраты труда и материальных ресурсов на 50 - 70% по сравнению со стойлово-выгульным за счет исключения работ по скашиванию, подвозу и раздаче объемистых зеленых кормов. Это способствует снижению себестоимости животноводческой продукции и повышению ее рентабельности. Молоко, которое получают в летний период при выпасе коров на пастбище, примерно в два раза дешевле по сравнению со среднегодовыми показателями.

Однако культурные пастбища еще не получили широкого распространения в нашей стране, в т.ч. в лесостепной зоне. Необходимо вернуться к этой проблеме на новой социально-экономической и экологической основе.

4.2.9.4. Ассортимент кормовых культур

Подбор и структура кормовых культур должны отвечать следующим основным требованиям:

- обеспечивать высокую кормовую ценность;
- отвечать агроэкологическим условиям возделывания и оказывать благоприятное средообразующее влияние;

- рационально сочетать производство кормов с пашни и луговых угодий;
- обеспечивать высокую экономическую эффективность.

Интенсификация животноводства, особенно свиноводства, а также птицеводства самым непосредственным образом зависит от структуры фуражного зерна. По концентрации обменной энергии в зерне среди злаковых культур первое место для всех видов животных и птицы принадлежит кукурузе. Увеличение производства зерна кукурузы возможно как на основе интенсификации в традиционных зонах возделывания, так и путем расширения посевов раннеспелых гибридов в более северных районах Центрально-Черноземной зоны, Поволжья и Урала. Ограниченность возделывания этой культуры в южных регионах России обусловлена критическими уровнями влагообеспеченности. На смену кукурузе здесь приходит сорго.

Северная граница возделывания кукурузы на силос ограничивается теплообеспеченностью, при которой возможно устойчивое формирование початков с зерном не менее восковой спелости. Именно такой силос может экономически конкурировать по питательности (более 11 МДж/кг ОЭ) с силосом из более дешевых многолетних трав.

Зернобобовые культуры – горох, соя, чечевица, вика, пелюшка, люпин и др. обладают высоким содержанием ОЭ и играют определяющую роль в решении белковой проблемы, особенно в свиноводстве и в птицеводстве. Новые сорта сои северного экотипа расширяют ареал возделывания этой культуры в северной лесостепи. Из масличных культур ведущая роль в обеспечении белком принадлежит озимому и яровому рапсу.

В соответствии с адаптивным потенциалом растений, возможностью получения устойчивых урожаев в Северо-Западном природно-экономическом районе приоритетное значение имеют такие зернофуражные культуры, как ячмень, озимая рожь, вика яровая, пелюшка, люпин, горох, рапс; в Центральном и Волго-Вятском – озимая рожь, озимая пшеница, озимая тритикале, ячмень, кукуруза, горох, вика, пелюшка, люпин, рапс; в Центрально-Черноземном – зернобобовые, кукуруза, ячмень, сорговые; в По-

волжском – кукуруза, ячмень, зернобобовые, сорговые; в Северо-Кавказском – кукуруза, зернобобовые; в Уральском – озимая рожь, пшеница, ячмень, зернобобовые; в Западно- и Восточно-Сибирском – ячмень, зернобобовые; в Дальневосточном – кукуруза, зернобобовые.

При производстве объемистых кормов ведущая роль принадлежит многолетним травам. Стратегическим направлением в развитии полевого и лугового травосеяния является расширение посевов бобовых трав и их смесей со злаковыми. Бобовые культуры – основной источник биологического азота. Использование этих растений позволяет:

- при поедании вволю травяных кормов увеличить суточные надои на 1,4...4 кг молока на корову по сравнению со злаковыми травами, удобренными азотом;
- сократить затраты на возделывание;
- увеличить продуктивность природных кормовых угодий, многолетних трав на пашне и последующих культур севооборота;
- снизить расход затрат на комбикорма благодаря лучшей обеспеченности белком основного корма;
- производить высококачественную экологически безопасную кормовую и животноводческую продукцию.

В лесной зоне Европейской части России, в таежной и подтаежной зонах Сибири и на Дальнем Востоке основной многолетней бобовой культурой является клевер луговой. В структуре посевных площадей на пашне клеверу луговому отводится около половины занимаемых под многолетними травами площадей. Урожайность клевера лугового в северных и восточных регионах составляет 6...8 т/га, в центральных и западных районах лесной зоны Европейской части России – 8,5...10 т/га.

В Западной и Восточной Сибири на долю клевера лугового отводится 20...25 % посевных площадей трав.

Люцерна приоритетна в лесостепи и степи. Однако и в лесной зоне Европейской части России посевы люцерны могут быть расширены в 2...3 раза.

Урожайность люцерны в центральных, южных и восточных районах лесной зоны Европейской части составляет 8...10 т/га. Доля люцерны в полевом травосеянии Европейской части и Западной Сибири может составлять около 40...45 %.

Ареал распространения эспарцета, который отрицательно реагирует на кислую реакцию почвенной среды, ограничивается черноземными почвами лесостепной и степной зон. Донник – непревзойденная культура для солонцовых почв. В решении проблемы кормового белка и обогащения почвы биологическим азотом особое значение имеет создание травостоев на основе смесей из различных бобовых трав (без или с добавлением злаковых видов).

За последнее десятилетие созданы экологически дифференцированные сорта кормовых культур с высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, универсальностью использования на полевых землях, сенокосах и пастбищах. В частности, принципиально важным преимуществом новых сортов клевера лугового является высокая зимостойкость, что позволило продвинуть на 300 км северную зону устойчивого возделывания и семеноводства этой культуры. С корневыми и пожнивными остатками в почву после клевера лугового поступает более 150 кг/га биологического азота, что позволяет получать в последствии высокие и устойчивые урожаи зерновых культур. Созданы сорта люцерны с высокой (8...10 т/га) продуктивностью, повышенной зимостойкостью и симбиотической азотфиксацией. Среди новых кормовых бобовых культур все большее внимание уделяется козлятнику. Особенности культуры являются высокая продуктивность кормовой массы, азотфиксирующая способность, продуктивное долголетие (8 и более лет). Эта культура обладает большой экологической пластичностью. Ее посевы распространяются на дерново-подзолистых, серых лесных почвах и черноземах с реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной. Для нее пригодны осушенные торфяники и кратко затопляемые пойменные земли. Успешное возделывание достигается при сумме осадков 450...500 мм, при меньшем количестве – на орошаемых землях.

Однолетние травы в основном предназначены для производства зеленых кормов в летний период, в меньшей степени используются для заготовки кормов на зимний период.

Ведущим направлением в повышении качества производимых кормов является формирование бобово-злаковых травостоев. В Европейской части России однолетние смеси возделывают преимущественно в занятых парах в качестве предшественников озимых зерновых культур. В Нечерноземной зоне наряду с традиционными вико-овсяными, горохо-овсяными, пелюшко-овсяными смесями существенные преимущества имеют многочленные агрофитоценозы, например, горох или вика с люпином, кормовыми бобами, смеси с овсом, подсолнечником, яровым рапсом. В регионах с ограниченной влагообеспеченностью преимуществом обладают посевы суданской травы, кормового проса в смеси с яровой и озимой викой, донником и т. п. Возделывание кормовых культур на пашне осуществляется в различных типах севооборотов.

При определении доли производства травяных и других сочных, грубых кормов в севооборотах, необходимо учитывать три условия:

- возможные объемы поступления кормов с луговых угодий;
- средообразующая роль многолетних трав в севооборотах;
- экономическая эффективность скормливания основного вида корма в сочетании с комбикормами.

При соотношении в рационе основных (травяных) и концентрированных кормов 2:1 соотношение площадей под многолетними травами и зерновыми культурами в севообороте составит 1:1 при отсутствии в хозяйстве лугов. Например, при скормливании вволю корма, заготовленного из бобово-злаковых и злаковых культур ранних сроков уборки (12 кг сухого вещества в сутки) возможный удой составляет порядка 15 кг молока. Введение в рацион концентратов (5-7кг в сутки) позволяет увеличить концентрацию обменной энергии и получить надой на уровне 25...30кг в сутки.

В таежных районах Европейской части приоритетным направлением в развитии полевого кормопроизводства является формирование многокомпонентных бобовых (например, люцерна + клевер луговой) и бобово-злаковых травостоев в сочетании с зернофуражными культурами, что позволяет увеличить в 1,5...1,8 раза продуктивность севооборотов по сравнению с традиционным возделыванием клеверо-тимофеечных смесей.

В степной зоне многолетние травы размещают преимущественно на склоновых эрозионноопасных землях. Состав культур в травосмесях, уровень насыщения ими севооборотов играют ключевую роль в предотвращении эрозии почв. В лесостепных и степных районах ведущую роль в качестве кормовых культур на склоновых землях играют травосмеси с доминированием люцерны и костреца безостого. Формирование состава травосмесей и других культур севооборота зависит от сложности эрозионного ландшафта, расчлененности территории и экспозиции склонов.

4.2.9.5. Организация культурных пастбищ

Пастбищное содержание травоядных животных имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с другими видами содержания скота. Высококачественный пастбищный корм обеспечивает 20-24 кг надоя молока на корову в сутки. Пастбищный корм в 2...3 раза дешевле по сравнению со скормливанием массы в кормушках и в 4 раза дешевле, чем при круглогодичном стойловом кормлении силосом, сенажом, сеном. При этом та же техника может быть задействована в основном для заготовки кормов на зиму, вместо ее использования на косьбу, транспортировку и раздачу зеленой массы.

По сравнению со стойловым содержанием, при пастьбе в два с лишним раза сокращаются расходы на осеменение коров, отпадает или сокращается необходимость в покупке лекарственных препаратов. Молоко или мясо при пастбищном корме повышает устойчивость организма человека к стрессам.

Ориентировочная потребность в зеленых кормах для дойных коров на пастбище устанавливается с учетом средней массы животных и размеров гурта.

Для полной обеспеченности зелеными кормами за счет пастбищ площадь их рассчитывают не по средней урожайности за весь летний период, а по более низкой величине во второй его половине. Учитывают также количество продуктивных животных и поедаемость пастбищного корма, которая при самых прогрессивных способах пастбы (загонный, загонно-порционный) составляет около 80...85 %. Если планируется полное обеспечение зелеными кормами за счет культурных пастбищ (70 кг на одну голову в день), то при урожайности 100 ц/га требуется выделить на весь летний период 2 га на одну корову; при урожайности 200 ц/га – 1 га и при урожайности 300 ц/га – 0,5 га.

Если же проектируется обеспечение зелеными кормами за счет культурных пастбищ на 70...80 %, а остальная потребность удовлетворяется за счет других кормовых культур, выращиваемых на пашне, то вышеуказанные площади можно сократить соответственно до 1,0; 0,5 и 0,30 га на 1 корову. Однако излишки зеленой массы, которые чаще всего бывают только в первом цикле стравливания, можно использовать в скошенном виде для другого поголовья или же для заготовки консервированных кормов на зиму.

Культурные пастбища для дойных коров проектируют, как правило, рядом с фермами, чтобы не делать дополнительных затрат на строительство летних лагерей, так как за счет этого содержание животных возрастает более чем на 50 %. При этом самые отдаленные загоны не должны быть расположены от фермы более 2 км, так как каждый дополнительный 1 км перегона приводит к потере 0,5...1 кг молока.

Бессистемный выпас на естественных пастбищах приводит к изреживанию ценных кормовых трав, распространению сорных, вредных и ядовитых растений, а в результате к вырождению травостоя, снижению урожайности и качества кормов. Поэтому для пастбищ должны обязательно проекти-

роваться пастбищеобороты, загонная и загонно-порционная система пастбы. С этой целью они разбиваются на загоны, которые огораживают по периметру и скотопрогону постоянной изгородью; для выделения однодневных порций целесообразно использовать современные электроизгороди («электропастухи»).

Трава, в фазе кущения или начала выхода злаков в трубку, без плодоносящих побегов (колос, метелка), представляет собой ценный пастбищный корм, сбалансированный по питательным веществам и богатый протеином, который хорошо поедается животными.

4.2.9.6. Технологии улучшения природных кормовых угодий

Современные технологии улучшения и использования кормовых угодий основываются на следующих принципах:

- производство высококачественных экологически безопасных кормов при сохранении окружающей среды от разрушения;
- выбор оптимальных уровней интенсификации применительно к конкретным агроэкологическим условиям ландшафтов;
- достижение максимальной рентабельности производства с учетом выхода животноводческой продукции.

Природные кормовые угодья улучшают в зависимости от мелиоративного состояния и состава травостоя коренным или поверхностным способом. Технологии коренного улучшения состоят из комплекса приемов по созданию высокопродуктивных сеяных сенокосов и пастбищ. Технологические приемы, применяемые при поверхностном улучшении направлены на улучшение состава и увеличения продуктивности естественных травостоев.

Коренное улучшение в таежной и лесостепной зоне целесообразно проводить на закустаренных, заочкаренных, заболоченных лугах, а также на выродившихся естественных и старосеяных травостоях. В степной зоне коренное улучшение проводят на сильно сбитых и малоценных по ботаническому составу выгонах на склоновых землях, солонцах и солонцовых ком-

плексах. Поверхностное улучшение проводится на незакустаренных, незакустаренных лугах с наличием в лесной и лесостепной зонах не менее 30%, в степной 50 % ценных видов трав. На крутых склонах лесостепи и степи, при затрудненном применении почвообрабатывающей техники, поверхностное улучшение необходимо сочетать с почвозащитными мероприятиями.

Наибольшая экономическая отдача от приемов улучшения достигается на пойменных землях и низинных лугах. Суходольные луга располагаются на более бедных почвах, поэтому затраты на окультуривание почв здесь выше.

Культуртехнические работы состоят из расчистки древесно-кустарниковой растительности, выкорчевке пней, удаления камней, первичной обработки почвы. В зависимости от закустаренности и закустаренности территории, особенностей структуры почвенного покрова и почв применяются различные технологии культуртехнических работ. Мелиоративные работы и освоение осушенных земель под сенокосы и пастбища проводятся по техно-рабочим проектам в соответствии с принципами изложенными в разделе... Коренное улучшение лугов, освоение осушенных угодий под сенокосы и пастбища проводят или путем ускоренного залужения или путем посева травосмесей вслед за обработкой почвы с предварительным 1...2-летним возделыванием однолетних культур.

Ускоренное залужение наиболее целесообразно прежде всего на пойменных и склоновых, подверженных эрозии участках. Предварительное возделывание однолетних культур целесообразно на осушенных лугах, особенно с осоковыми кочками, слаборазложившимся торфом, в степной зоне на солонцовых почвах. В качестве предварительных культур в лесной зоне высевают подсолнечник, райграс однолетний, горохо-, вико- овсяные и другие смеси; в степных районах на солонцовых почвах – просо, суданскую траву, донник.

Основной способ обработки почвы суходольных, пойменных, осушенных лугов со средней и мощной дерниной состоит в дисковании тяжелыми боронами в 2 следа или фрезеровании с последующей запашкой плугами с

полувинтовыми отвалами для оборота пласта на дно борозды и затем дискования в 2...4 следа. Такая обработка хорошо измельчает дернину, способствует ускорению минерализации органического вещества, создает условия для формирования продуктивных травостоев. На суходольных лугах с мелкой 4...7 см дерниной осуществляют безотвальную обработку: дискование в 3...4 следа или фрезерование в 2 следа, или сочетание фрезерования с дискованием. При такой обработке не выворачивается на поверхность бедный подзолистый горизонт почвы. На низинных и суходольных лугах временного избыточного увлажнения применяют комбинированные обработки почвы, сочетающие вспашку и безотвальное рыхление.

В лесостепной и степной зонах при коренном улучшении сенокосов и пастбищ балочных склонов в зависимости от их крутизны осуществляют следующие технологические операции:

- на пологих склонах (до 5°) – дискование в 2...3 следа или фрезерование в 1 след, затем отвальная вспашка, дискование, культивация с боронованием, прикатывание;
- покатые склоны средней крутизны ($5...10^{\circ}$) дискуют в 3...5 следов, прикатывают или вслед за двукратным дискованием ведется безотвальная обработка стойками СибИМЭ, затем вновь дискование в 2 следа и прикатывание;
- крутые склоны (более 10°) – глубокое, на 30...35 см безотвальное рыхление стойками СибИМЭ, дискование в 3...4 следа по диагонали участка, прикатывание.

Необходимым мероприятием при улучшении суходольных лугов на дерново-подзолистых, светло-серых лесных почвах, осушенных переходных торфяниках является известкование. Известкуют улучшенные луга с рН почвы ниже 5,0 и при рН 5,1...5,5 при посеве бобово-злаковых травосмесей. Нормы извести должны обеспечить сдвиг кислотности до 5,5...5,8 для злаковых травостоев и 6,0 для бобово-злаковых смесей. Ориентировочные дозы извести – 3...4 т/га для легких и 5...8 т/га для суглинистых почв. Известкова-

ние проводят после основной обработки дернины и выравнивания поверхности. Известь вносится на глубину 10...12 см.

Составление травосмесей осуществляется с учетом агроэкологического типа улучшаемого кормового угодья, способа использования травостоя – пастбищного, сенокосного, разных по скороспелости травосмесей. Предпочтение целесообразно отдавать бобово-злаковым травосмесям. Злаковые смеси имеют преимущества в экстремальных экологических условиях, например, на долгопоемных участках, лиманах длительного затопления, солонцах. В северной лесостепи при создании позднеспелых сенокосов в состав травосмесей включают люцерну синегибридную и костра безостого, раннеспелых – овсяницу луговую и ежу сборную, среднеспелых – клевер луговой, люцерну синегибридную. В более засушливых условиях лесостепи и степи для залужения склонов (включая южные экспозиции), оврагов и песчаных земель используют житняк широкококосный, кострец безостый, эспарцет песчаный, люцерну желтую или пестрогибридную. На склоновых землях южной лесостепи состав смесей состоит из люцерны синегибридной, пырея бескорневищного, пырея среднего. На смытых почвах склонов степной зоны вместо костреца безостого используют кострец прямой. Кострец безостый или костер прямой в сочетании с люцерной желтой возделывают на глубоких солонцах. На более мелких преимущество имеют донники с кострцом прямым, житняком гребневидным или пустынным.

На лиманах с кратковременным затоплением высевают люцерну или эспарцет с кострцом безостым. При средней продолжительности затопления в состав травосмеси включают кострец безостый, лисохвост луговой, полевицу гигантскую. Наибольшую устойчивость к длительному затоплению имеет пырей ползучий.

В поймах рек, на осушенных болотах при создании злаковых травостоев наибольшее распространение имеет кострец безостый, овсяница луговая, тимopheевка луговая, в Восточной Сибири – кострец безостый в смеси с пырейником сибирским. В условиях орошения в Поволжье, Южном Урале, Во-

сточной Сибири особое преимущество по урожайности, высокой питательности, в т. ч. содержанию белка, имеют посевы люцерны синегибридной и пестрогибридной. На торфяных почвах наиболее адаптированы к этим условиям двукисточник тростниковидный, овсяница тростниковидная, кострец безостый и др. Во всех регионах при введении (интродукции) бобовых культур (козлятник, люцерна, люпин, астрагал, соя и др.) необходимо применение соответствующих биопрепаратов. Предпосевная обработка семян в этом случае обеспечит повышение продуктивности на 30-100% (и более), что связано с отсутствием специфических клубеньковых бактерий на новых для данной культуры почвах. При этом также существенно повышается накопление протеина, а также резко улучшается перезимовка многолетних бобовых.

4.2.9.7. Устройство территории пастбищ

Организация территории пастбищ включает следующие задачи:

- закрепление пастбищ за животноводческими фермами;
- размещение гуртовых и отарных участков;
- организация пастбищеоборотов;
- размещение загонов очередного стравливания;
- размещение летних лагерей, водных источников и скотопрогонов;
- обоснование устройства территории пастбищ.

Основными требованиями, учитываемыми при устройстве территории пастбищ, являются:

- соответствие качества травостоя гуртовых участков биологическим особенностям разных видов и возрастных групп животных;
- устранение дальних перегонов животных и приближение мест производства зеленых кормов в севооборотах к местам их потребления скотом в пастбищный период.

При устройстве территории пастбищ особое внимание обращают на природное и сельскохозяйственное состояние участков. От степени изученности существующего экологического состояния и использования пастбищ

зависит их территориальная организация. При их устройстве производят согласованное размещение линейных элементов. Устанавливают структуру и площади. Закрепление пастбищ за животноводческими фермами и комплексами производят с учетом их пригодности для пастбы различных видов животных, особенностей летнего содержания скота, качества травостоя.

При определении площади пастбищ (П) га, закрепленных за животноводческой фермой, необходимо исходить из потребности животных в зеленом (сухом веществе) корма (Н) ц., проектной урожайности пастбищ (У) ц/га, а также площади пастбищ, используемых ежегодно в порядке пастбищеоборота под сенокошение, заготовку сенажа и силоса, отдых и восстановление травостоя и площади, отводимой под скотопрогоны, летние лагеря и водоемы:

$$П = \frac{1,25Н}{У}$$

Этот метод расчета применим только к фермам крупного рогатого скота и овцефермам. Свиньи и птица получают зеленую массу с полей севооборотов и прифермских участков.

Для пастбищного содержания производится формирование выпасных групп животных: крупный рогатый скот объединяют в гурты, овец в отары, различные виды скота (смешанный скот) - в стада, лошадей - в табуны, за которыми закрепляют постоянные участки пастбищ, так называемые гуртовые. Коров формируют в гурты не более 200 голов, телят до 6-месячного возраста - до 100 голов, откормочный молодняк крупного рогатого скота - по 200-300 голов, отары овец по 600-1200 голов, табуны лошадей - по 30-100 голов. Выпасные группы личного скота формируют в зависимости от размещения населенных пунктов и величины стада.

Расчетная площадь гуртовых, отарных участков зависит от потребности в зеленой массе одной головы скота в сутки, поголовья скота в гурте, продолжительности пастбищного периода и продуктивности пастбищ. При этом необходимо учитывать площадь пастбища, используемую ежегодно в

порядке пастбищеоборота под сенокошение, отдых и восстановление травостоя, а также площадь, отводимую под скотопрогоны, летние лагеря и водные источники. Расчетную площадь гуртового (отарного) участка (П) можно рассчитать по формуле, га:

$$П = \frac{1,25HKД}{У},$$

где Н - суточная потребность животного в зеленой массе, кг корм. ед.

К- количество скота в гурте (отаре);

Д - продолжительность пастбищного периода, дней;

1,25 - коэффициент, включающий 20% от расчетной площади, выделяемой в порядке пастбищеоборота под сенокошение, отдых и восстановление травостоя и 5% - отводимой под летние лагеря, водные источники и скотопрогоны;

У - проектная урожайность пастбища, кг корм. ед. с 1га.

При недостаточной обеспеченности пастбищами в приведенную формулу вводят коэффициент обеспеченности пастбищами, который равен отношению имеющейся площади к расчетной ($K = Пн:Пр$). Границы гуртовых и отарных участков совмещают с дорогами, естественными урочищами, скотопрогонами, пастбищезащитными лесными полосами и другими элементами.

Для повышения продуктивности пастбищ и улучшения качества травостоя разрабатывается система пастбищеоборотов. В зависимости от природных и экономических условий применяют разные виды пастбищеоборотов. Под пастбищеоборотом понимают систему использования пастбищ и ухода за ними, направленную на поддержание и увеличение их продуктивности путем последовательного чередования выпаса, отдыха и сенокошения, заготовки сенажа и силоса по годам на отдельных участках в сочетании с другими мероприятиями по возобновлению и улучшению травостоя. Оставленные для отдыха и восстановления травостоя участки пастбищ служат вместе с тем и страховым фондом, то есть в неблагоприятные для роста трав годы они могут использоваться под выпас скота. Схемы пастбищеоборотов различаются в за-

висимости от природных особенностей пастбищного участка, его площади и продуктивности, типа травостоя, сроков и интенсивности отрастания, системы производства кормов.

Пастбищеобороты разрабатывают одновременно с проектированием гуртовых участков или загонов очередного стравливания и совмещают с ними. При гуртовых участках больших размеров проектируют такие пастбищеобороты, которые предусматривают мероприятия по использованию пастбищ и уходу за ними в пределах загонов очередного стравливания. На участках небольших размеров, исключающих возможность проектирования расчетного числа загонов очередного стравливания, пастбищеоборотным считается выпасной (гуртовой) участок. При создании пастбищеоборота в системе выпасных (гуртовых) участков число их увеличивается на 2-3, чтобы в порядке ротации проводить мероприятия по улучшению или возобновлению травостоя и скашиванию травы на сено или зеленую подкормку. На остальных участках осуществляют выпас. В пастбищеоборот объединяют выпасные участки, используемые одним видом скота. Число лет пастбищеоборота предопределяет число выпасных участков и площадь пастбищ, которая ежегодно выделяется для сенокосения с возможным позднеосенним выпасом по отаве, отдыха и обсеменения. Ротация пастбищеоборота зависит от климатических условий, почв, типов пастбищ. Продолжительность ротации пастбищеоборота в лесной зоне 10-12 лет, степной и лесостепной зонах 3-6 лет.

Каждый гуртовой (отарный) участок делится на загоны. Загоны очередного стравливания проектируют на всех видах пастбищ (культурных, улучшенных, естественных) независимо от уровня продуктивности, характера использования травостоя. При проектировании решают следующие задачи:

- определение числа и размеров загонов;
- установление формы загонов;
- размещение загонов.

Число загонов зависит от принятого пастбищеоборота и определяется исходя из продолжительности периода отрастания травы, числа дней пастьбы в одном загоне за один цикл стравливания, продуктивности пастбищ, площади гуртового участка.

Для определения числа загонов можно пользоваться формулой:

$$K = \frac{П + Ч}{Ч} + О$$

где К - число загонов;

П - период возобновления травостоя, дней;

Ч - средняя численность стравливания загона в течение одного цикла, дней ; О - число загонов, выделяемых в порядке пастбищеоборота для сенокосения, отдыха и обновления травостоя, которая принимается 15-20% от регулярно стравливаемых загонов.

Период отрастания травостоя в зависимости от вида пастбищ, типа травостоя, характера увлажнения и месяца (или цикла стравливания) колеблется от 18-20 до 30-35 дней пастбищного сезона, иногда до 40 дней.

При орошении травостой после стравливания возобновляют в среднем за 24-26 дней. Продолжительность пребывания скота в загоне по санитарно-профилактическим соображениям, а также во избежание вторичного использования травостоя в одном цикле стравливания не должна превышать 1-3 дней на культурных и 4-6 дней на других видах пастбищ. Число загонов должно быть кратным числу участков пастбищеоборота. Размеры сторон загонов и их соотношение устанавливают с учетом организации рациональной пастьбы животных, производительного использования сельскохозяйственной техники по уходу за травостоем, минимальных затрат на огораживание, а при орошении – удобства работы поливной техники. Длина загона рекомендуется не более 600-800 м, ширина устанавливается с учетом двойного нормального разворота стада, но не менее 100м, форма прямоугольная, соотношение сторон 1:2 или 1:3. Длинная сторона размещается поперек склона, короткая

сторона загона – вдоль склона по линии стока. Границы совмещают с искусственными и естественными рубежами.

После размещения загонов очередного стравливания окончательно устанавливается порядок использования пастбищ, с учетом принятого пастбищеоборота для данного вида скота или гуртового участка. Для ограждения загонов используют постоянные, переносные или комбинированные изгороди. Иногда применяют зеленые изгороди из кустарника. Постоянная изгородь из деревянных или железобетонных столбов, устанавливаемых на расстоянии 4-6 метров и соединенных 3-5 рядами проволоки, жердей, может возводиться по границам гуртового и старного участка и вдоль скотопрогонов. Временная электроизгородь часто используется для выделения порционных участков, а в отдельных случаях и загонов.

Одновременно с размещением гуртовых участков и загонов очередного стравливания намечаются места для строительства летних лагерей, источников водоснабжения, проектируются скотопрогоны. Строительство летних лагерей (навесы, постройки для жилья, хранения продуктов и кормов, искусственного осеменения и др.) предусматривается для сокращения расстояний перегонов животных при удаленности пастбищ от фермы на расстояния, превышающие допустимые для данного вида и группы животных. В одном летнем лагере могут размещаться 2-3 выпасные группы скота.

Участок для строительства летнего лагеря должен размещаться по возможности в центре пастбищного массива, вблизи водного источника, быть сухим, защищенным от ветров, иметь хорошие подъездные пути. Площадь летнего лагеря устанавливается из расчета 50-60 м² на корову и 20-30 м² на голову молодняка крупного рогатого скота.

Размещение пастбищезащитных лесных полос производится по границам выпасных участков. Расстояние между лесополосами по длинной стороне гурта 200-300 м, по короткой (поперечной) 1500-2000 м. Ширина лесных полос - 7,5-15м. Зеленые зонты (куртины) площадью 0,2-1,2 га размещают вблизи водных источников. Количество зонтов зависит от числа гуртов

и наличия водных источников. На пастбищных угодьях создают энтомологические участки для диких животных, птиц, насекомых опылителей и ценной растительности. Такие участки размещают по опушкам пастбищезащитных лесных полос и зеленых зонтов в местах сукцессии, а также в водоохранных зонах прудов, водоемов, озер, ручьев, копаней, малых рек. Площадь энтомологических участков и их количество зависят от числа обитаемых популяций.

4.2.9.8. Устройство территории сенокосов

Устройство территории сенокосов заключается в размещении сенокосооборотных и бригадных участков, дорожной сети и скотопрогонов, водных источников, полевых станов.

На основе землеустроительного обследования уточняют площади, размещение сенокосов, закрепление их за производственными подразделениями, мероприятия по их улучшению.

Под сенокосооборотом понимается система использования сенокосов и ухода за ними, предусматривающая чередование сроков сенокосения и выпаса по отаве, проведение мероприятий по улучшению травостоя. Сенокосы закрепляются за теми бригадами, на территории которых они расположены. После закрепления сенокосов за бригадами устанавливается сенокосооборот, предусматривающий деление сенокосов на 4-5 участков для использования по определенной схеме. Для каждого типа сенокоса (суходольный, пойменный, улучшенный и т.д.) вводится самостоятельный сенокосооборот.

При проектировании сенокосооборотных участков учитывают следующие основные требования: они должны быть компактными, примерно одинаковыми по площади, однотипными по характеру травостоя, удобными по размерам сторон и конфигурации для механизированного сенокосения, а при орошении для производительного использования поливной техники. Границами бригадных и сенокосооборотных участков могут быть дороги, ручьи, каналы, балки и другие естественные элементы.

На сенокосах размещают энтомологические заказники и кормовые поля для дикой фауны.

Сочетание разных видов пастбище- и сенокосооборотов в агроландшафтах способствует оптимальному их функционированию, улучшению их видового разнообразия.

4.2.9.9. Составление картограммы мероприятий по организации, использованию и улучшению кормовых угодий

После разработки мероприятий по улучшению кормовых угодий и составления необходимых расчетов и документации оформляется картограмма мероприятий. Картографической основой для составления картограммы служит карта типов кормовых угодий. Она должна быть в том же масштабе, что и проектный план или на масштаб крупнее. При отсутствии обобщенной карты типов кормовых угодий или в случае большой ее загруженности картограмму можно составлять на плане землепользования с нанесением на него специальной нагрузки или совмещать ее с основным чертежом проекта. На картограмме показываются:

- все элементы организации пастбищной территории, предусмотренные в проекте, - условными знаками;
- типы улучшаемых угодий - присвоенным им в легенде номером, который ставится в числителе, в знаменателе указывается номер контура по уточненной поконтурной ведомости;
- назначение трансформируемого угодья - буквенными индексами, которые ставятся в числителе рядом с номером современного типа угодья по легенде. Для этих целей предлагается использовать следующие индексы: Пк – пастбища краткострочные, ДКП - долголетние культурные пастбища, С - сенокос, СП - комбинированное использование, Ло - лиманное орошение; ОО - оазисное орошение;
- культуртехническое состояние кормовых угодий - специальными немасштабными знаками;

- запроектированные комплексы мероприятий по улучшению - штриховкой контуров: по поверхностному - горизонтальной, по коренному - вертикальной, по осушению - крестообразной, по орошению (лиманному, оазисному) - наклонной и специальными немасштабными знаками;

- очередность освоения мероприятий: первоочередного освоения - штриховкой (выше упомянутой) красной тушью, на дальнюю перспективу - черной тушью;

- границы контуров или участков проектируемых для улучшения наносятся сплошными линиями коричневой тушью.

Одновременно с графическим оформлением картограммы мероприятий по улучшению и использованию кормовых угодий, составляется краткая пояснительная записка, которая должна войти в раздел организации пастбищной территории проекта. Пояснительная записка должна иметь примерно следующее содержание:

- краткую современную характеристику кормовых угодий, их культур-технического состояния, способов использования;

- характеристику и обоснование предусмотренных в схеме проекта землеустройства организационно-хозяйственных мероприятий по устройству пастбищной территории.

- перечень и объем намечаемых мероприятий по поверхностному и коренному улучшению кормовых угодий;

- описание в соответствии с имеющимися рекомендациями технологий улучшения и последующего использования улучшенных угодий, примерный расчет потребности в семенах, технике и трудовых затратах;

- ориентировочная по укрупненным показателям экономическая эффективность всех намечаемых мероприятий;

4.2.9.10. Проектирование зеленого конвейера

Зеленый конвейер представляет собой систему организационных, агротехнических и экономических мероприятий, обеспечивающих максимально продолжительное, бесперебойное поступление кормов высокого качества в полной потребности. Его проектируют с учетом почвенно-климатических условий конкретного хозяйства, специализации и структуры животноводства. Большинство культур зеленого конвейера обычно размещают в специализированных кормовых севооборотах, вблизи животноводческих ферм или летних лагерей, чтобы избежать дальних перегонов животных и перевозок зеленой массы. В него необходимо включать виды, сорта и гибриды кормовых культур с таким расчетом, чтобы обеспечить ритмичное и бесперебойное снабжение всего поголовья животных биологически полноценными кормами.

Проектирование зеленого конвейера начинают с естественных пастбищ и посевов многолетних трав прошлых лет. Для этого уточняют их площади и урожайность, массу травы, которая будет получена в каждом месяце и период ее использования в зависимости от суточной потребности и оптимальной для скармливания фазы развития растений; учитывают также процент поедания кормов. Например, в Среднерусской провинции лесостепной зоны самые ранние корма (примерно с 10...15 мая) могут быть получены с естественных пастбищ на южных склонах за счет озимых культур и многолетних злаковых трав. С 20...25 мая используют озимую рожь в течение 2...3 недель, затем тритикале и озимую пшеницу (5...7 дней). Для повышения качества зеленых кормов озимые зерновые должны выращиваться в смеси с высокобелковыми культурами (вика мохнатая, сурепица озимая и рапс озимый). В дальнейшем озимые зерновые культуры грубеют и плохо поедаются животными.

Примерно в середине июня подходит первый укос многолетних бобово-злаковых смесей (20...25 дней). Во второй половине июня и в начале июля начинают скашивать однолетние смеси (овес, вика яровая и мохнатая, горох посевной и полевой, яровая сурепица и яровой рапс). При благоприятных условиях увлажнения и минерального питания в конце июля – начале ав-

густа формируется второй укос многолетних сеяных трав и естественных пастбищ. При недостатке влаги в середине лета второй укос отрастает слабо. В то же время однолетние травы вторых и третьих сроков сева еще не успевают к этому времени сформировать хороший урожай.

Для устранения дефицита зеленых кормов в июле при засушливых условиях очень перспективны загущенные посевы засухоустойчивых культур (кукуруза, сорго сахарное, суданская трава, сорго-суданковые гибриды, пайза, кормовое просо и др.), которые высевают на небольших площадях в общепринятые для них сроки. За счет большой густоты стояния растений они намного опережают обычные (пунктирные или широкорядные) посевы этих же культур по темпам нарастания зеленой массы и формируют высокий урожай за 50...60 дней вегетации.

В августе и сентябре основным источником зеленых кормов являются обычные посевы этих же культур. Кроме того, при благоприятном увлажнении могут быть получены третьи укосы многолетних трав. В осенний период (сентябрь, октябрь) можно скармливать корнеплоды и бахчевые культуры, а также различные отходы растениеводства и овощеводства.

При проектировании зеленого конвейера важное значение играют промежуточные посевы, которые возделывают в кормовых и других севооборотах до посева или после уборки основных культур. В лесостепной зоне после уборки озимых на зеленый корм в качестве поукосных культур более перспективными являются засухоустойчивые растения (кукуруза, сахарное сорго, суданская трава, сорго-суданские гибриды, пайза, кормовое просо, подсолнечник и др.). После уборки однолетних трав на зеленый корм во второй декаде июля в качестве поукосных целесообразно использовать следующие культуры: горох, кормовые бобы, овес, ячмень, подсолнечник.

После уборки гороха, ячменя и озимых на зерно в качестве пожнивных культур в начале августа можно сеять только растения семейства капустных: яровой рапс, яровая сурепица, редька масличная, горчица белая и др. Так как эти культуры продолжают вегетировать до -8°C , то их можно использовать в

системе зеленого конвейера весь октябрь, а в отдельные годы и в ноябре. Очень важно, что по содержанию сырого протеина они приближаются к бобовым растениям. За счет широкого внедрения позднеосеннего звена зеленого конвейера можно продлить содержание животных на летних кормах на 1...1,5 месяца и сэкономить значительное количество консервированных кормов, заготовленных на зиму. При средней урожайности различных культур от 150 до 250 ц/га на одну условную голову КРС требуется примерно 0,5...1,0 га пашни.

С агрономической точки зрения, набор различных культур в зеленом конвейере целесообразно иметь небольшой и по возможности с одинаковыми приемами их возделывания, что будет способствовать снижению затрат. В то же время с зоотехнической точки зрения, предпочтение отдается более широкому разнообразию зеленых кормов, так как животные неохотно поедают в течение длительного периода одну и ту же культуру. В связи с этим при проектировании зеленого конвейера рассчитанные площади целесообразно расширить, чтобы в каждом месяце можно было использовать 2...3 различные культуры. Излишки зеленой массы можно использовать для заготовки на зимний период сена, силоса и сенажа.

4.2.10. Проектирование овощеводства

4.2.10.1. Агроэкологическая оценка овощных культур

В России возделываются около 80 видов овощных растений, принадлежащих к 21 ботаническому семейству. В практике овощеводства обычно выделяют 8 групп растений по ботанико-производственным признакам:

1. Капустные овощи (капуста белокочанная, цветная, краснокочанная, савойская, брюссельская, брокколи).
2. Столовые корнеплоды (морковь, свекла столовая, петрушка, сельдерей, пастернак, редис, репа, редька, дайкон).
3. Пасленовые культуры (томат, баклажан, перец, физалис).

4. Тыквенные культуры (тыква, огурец, кабачок, арбуз, дыня, патиссон).

5. Луковичные культуры (чеснок, лук репчатый, батун, порей, шнитт, слизун).

6. Бобовые овощи (фасоль, овощной горох, бобы).

7. Зеленные овощи (салат, шпинат, укроп, кинза, базилик, иссоп, мелисса и др.).

8. Многолетние овощи (щавель, ревень, хрен, спаржа, эстрагон).

Овощные культуры существенно отличаются между собой по требовательности к факторам внешней среды. Ввиду того, что большая часть территории России находится в условиях сурового климата, важнейшее значение имеет *скороспелость культур*, их отношение к теплу, свету, влаге, почве и т.д.

По продолжительности вегетационного периода овощные культуры классифицируются в следующем порядке:

Скороспелые культуры (вегетационный период 20-70 дней) – редис, редька, репа, салат, укроп, лук на перо, зеленные.

Среднеспелые культуры (вегетационный период 70-130 дней) – капуста ранняя и средняя, цветная, морковь, столовая свекла, огурец, кабачок, овощной горох, фасоль, лук репчатый, ранние сорта арбуза, дыни, тыквы.

Позднеспелые культуры (вегетационный период 130-180 дней) – капуста позднеспелая, петрушка, сельдерей, томат, перец, баклажан, поздние сорта арбуза, дыни, тыквы.

Для раннеспелых культур требуется 600-1200°C активных температур, для среднеспелых – 1200-1800°C, для позднеспелых – 1800-2500°C. При помощи выращивания рассады вегетационный период выращивания овощей можно сократить на 20-50 дней.

Важный критерий и *требовательность к теплу*. К морозостойким культурам относятся хрен, ревень, щавель, спаржа, чеснок, которые являются многолетниками и способны зимовать в суровых условиях севера и центра

России. Эти культуры способны выносить заморозки до $-8-10^{\circ}\text{C}$, а под снегом подземные корневища их выдерживают морозы до -30°C .

К холодостойким культурам относятся двулетние овощные культуры (капуста, морковь, свекла, другие корнеплоды), а также зеленные культуры (салат, шпинат, укроп). Эти культуры выдерживают заморозки до $-4-6^{\circ}\text{C}$, а отдельные культуры (петрушка, шпинат) – до $-7-9^{\circ}\text{C}$. Оптимальная температура для роста холодостойких культур – $18-25^{\circ}\text{C}$, а при температуре выше -30°C процессы ассимиляции у них резко снижаются. К теплолюбивым культурам относятся овощные растения из семейства пасленовых (томат, баклажан, перец) и тыквенных (огурец, патиссон, кабачок), эти культуры не выдерживают даже кратковременного снижения температуры до $1-3^{\circ}\text{C}$. Оптимальный интервал температур для нормального роста и формирования урожая $22-30^{\circ}\text{C}$, однако повышение выше $35-40^{\circ}\text{C}$ вызывает угнетение растений. К жаростойким культурам относятся арбуз, дыня, тыква, фасоль, которые хорошо выдерживают температуры $30-35^{\circ}\text{C}$ и даже до 40°C .

По требованиям к световому режиму овощные культуры можно расположить в следующей последовательности: дыня – арбуз – тыква – перец – баклажан – томат – огурец – фасоль – горох – чеснок – лук – свекла – морковь – капуста – петрушка – сельдерей – салат – укроп – шпинат – щавель – ревень – спаржа.

Если такие культуры, как арбуз, дыня, томат, перец не выдерживают избыточного загущения и требуют не менее 30-40 тыс.лк, то листовые овощи (петрушка, укроп, шпинат, щавель, ревень) требуют не более 10-20 тыс.лк, являются теневыносливыми и выдерживают уплотнение и затенение. Для выгоночных культур (зеленый лук, петрушка, кочанный салат) достаточна освещенность 2-10 тыс.лк.

По требовательности к *влагообеспеченности* овощные культуры очень резко различаются. Очень требовательными являются капуста белокочанная, цветная, краснокочанная, китайская, брокколи, а также зеленные культуры (редис, салат, укроп, кинза, базилик, мята, кресс-салат и другие). Эти рас-

тения характеризуются тем, что они плохо забирают воду и неэкономно ее расходуют. Они очень чувствительны даже к кратковременной почвенной и, особенно воздушной, засухе. Эти культуры обязательно должны выращиваться при орошении. Оптимальный режим влажности для них должен поддерживаться на уровне 80% НВ, а относительная влажность воздуха на уровне 80-90%. Требовательны к влаге такие культуры, как кабачок, баклажан, морковь, петрушка, сельдерей, редька, репа, лук, чеснок. Эти культуры желательно выращивать при орошении, особенно в условиях засушливого климата. Оптимум влажности почвы для них – 70-80% НВ. Менее требовательными к водному режиму являются томат, перец, картофель, горох, а также столовая свекла. Оптимум для них – 60-70% НВ. Поэтому они могут выращиваться без орошения во многих районах России. Для этих культур большое значение имеет хорошая влажность почвы в начальный период развития растений. Избыток влаги приводит к заболеванию томата и картофеля фитофторой.

Наиболее засухоустойчивыми являются арбуз, дыня, фасоль и сахарная кукуруза. Эти культуры хорошо переносят и воздушную засуху. Оптимум влажности почвы для них – 60% НВ, воздуха – 50-60%.

Очень важное значение для овощей в орошаемых и осушенных условиях имеет *уровень залегания грунтовых вод*. При высоком уровне грунтовых вод, особенно на пойменных почвах, овощные культуры снижают урожайность на 30-70%. Особенно чувствительны к переувлажнению такие культуры, как морковь, лук, томат, а капуста при избытке влаги может полностью погибнуть.

Оптимальная реакция среды для большинства овощей лежит в пределах рН 6,0-7,2. Наиболее широкий интервал рН выдерживают такие культуры, как редис, щавель, томат. Очень чувствительными к кислой реакции почвы являются лук, салат, столовая свекла, цветная и белокочанная капуста. У капустных культур при кислой реакции среды резко увеличивается заболевание растений килой. Большинство овощных культур наибольший урожай

дают при интервале насыщенности основаниями 90-95%, содержании гумуса свыше 2,5-3,0%, содержании подвижных форм фосфора и калия – более 20-25 мг/100 г почвы.

В целом по отношению к *почвенному плодородию* овощные культуры можно классифицировать на следующие группы:

Очень требовательные: петрушка, спаржа, лук, салат кочанный, чеснок, перец, огурец, баклажан, морковь, капуста цветная, капуста брюссельская, брокколи.

Требовательные: капуста белокочанная, свекла столовая, томат, тыква, кабачок, дыня, арбуз, сельдерей, горох, фасоль, шпинат, укроп.

Малотребовательные: щавель, редька, репа, брюква, ревень.

Растения первой группы растут только на хорошо окультуренных рыхлых, структурных почвах с нейтральной реакцией почвенного раствора. Растения второй группы могут расти на почвах различного гранулометрического состава и разной степени окультуренности, но не переносят кислые почвы с маломощным гумусовым горизонтом. Растения третьей группы лучше всего приспособлены к возделыванию на дерново-подзолистых почвах естественного уровня плодородия в условиях севера и центра Нечерноземной зоны.

Исследования ВНИИ овощеводства и опытных станций позволили установить реакцию различных овощных растений на длительность бессменного выращивания:

1. Устойчивые к бессменной культуре (выдерживают 2-3 года бессменного выращивания без существенного снижения урожайности): морковь, томат, лук, редис, картофель.

2. Слабоустойчивые к бессменной культуре (снижают урожай на 15-20%): капуста, свекла, арбуз, репа, редька, брюква, горох овощной, фасоль, чеснок.

3. Непригодные к повторному выращиванию (снижают урожай на 30-50%): огурец, дыня, кабачок, тыква, капуста цветная, перец, баклажан.

По способности конкурировать с сорной растительностью овощные культуры можно классифицировать следующим образом:

Устойчивые к засорению: ревень, щавель, хрен, капуста, кабачок, патиссон, тыква, арбуз.

Среднеустойчивые: томат, огурец, редис, редька, репа, салат, шпинат, перец, баклажан, фасоль, боб овощной, кукуруза сахарная.

Неустойчивые: морковь, петрушка, сельдерей (из семян), лук репчатый, пастернак, свекла столовая.

На устойчивость овощных растений к засорению большое влияние оказывает способ выращивания. Как правило, культуры, выращенные рассадным способом (капуста, огурец, томат), более конкурентноспособны, чем посевные. Лук, выращенный из севка, лучше переносит засоренность, чем выращенный из семян.

4.2.10.2. Особенности проектирования овощеводства и бахчеводства

В целом овощные культуры, в отличие от полевых и кормовых, предъявляют более высокие требования к теплу, почвенному плодородию и воде, поэтому, как правило, возделываются на наиболее плодородных, окультуренных почвах, вблизи надежных водоисточников (поймы и дельты рек, надпойменные террасы, осушенные торфяники).

Севообороты. Выбор оптимальных предшественников имеет чрезвычайно важное значение для большинства овощных культур. Лучшие предшественники позволяют поднять урожайность овощных культур на 21-36% и более. Для белокочанной капусты лучшими предшественниками являются однолетние травы, картофель, многолетние травы, морковь, зеленные овощи; для моркови – картофель, однолетние травы, капуста; для свеклы столовой – картофель, морковь, однолетние травы, огурец; для огурца – пласт многолетних трав, вико-овсяная смесь и лук репчатый; для томата – огурец, капуста, морковь, лук и пласт многолетних трав; для лука – озимые зерновые, капу-

ста, картофель, овощной горох; для бахчевых культур – многолетние и однолетние травы, зерновые.

Использовать чистый пар в орошаемом овощеводстве при недостатке плодородных поливных земель экономически нерентабельно, а занятый пар (особенно сидеральный) очень перспективен как с точки зрения борьбы с сорняками, вредителями и болезнями, так и для обогащения почвы свежим органическим веществом, а также для улучшения качества продукции (снижение содержания нитратов, повышения количества сахаров и витаминов). Занятый пар в овощеводстве можно использовать также как ремонтное поле (один раз в 4-5 лет) для известкования почв, внесения органических удобрений или паровых гербицидов для борьбы с многолетними сорняками. Наиболее перспективными культурами для занятого пара в овощеводстве являются вико-овес, горох-овес, озимая рожь.

Использование пласта многолетних трав (2-3 лет) очень перспективно при возделывании бахчевых культур (арбуз, дыня тыква), а также при возделывании капусты, томата, огурца. По данным ВНИИ овощеводства 2-3-летний пласт люцерны на 30-40% увеличивает урожайность арбуза, дыни и тыквы на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья, а 2-летний пласт клевера способен увеличить среднегодовую урожайность культур овощекормового севооборота на аллювиальных почвах Подмосковья с 64 до 83 т/га, т.е. на 29,7% при существенном улучшении качества продукции, причем капусту лучше возделывать по пласту, а морковь и свеклу – по обороту пласта трав. В интенсивных севооборотах при насыщении ведущими культурами (капустой, томатом, луком) более 30% перспективно использование промежуточных и пожнивных сидеральных культур. В центральных районах такими культурами являются озимая рожь (высевается после уборки ранних овощных и раннего картофеля и запахивается перед посадкой капусты), а также вико-овсяная смесь, фацелия, горчица. Люпин однолетний малоприменим из-за сильного засорения посевов. В южном регионе перспективно использование овощного гороха, а на Дальнем Востоке – сои на сидерат.

Примерные схемы севооборотов

Нечерноземная зона.

7-польный овоще-кормовой севооборот. 1. Зерновые с подсевом многолетних трав. 2-4. Многолетние травы (клевер + тимофеевка). 5. Капуста белокочанная. 6. Картофель. 7. Морковь. 8. Свекла столовая + кормовая.

7-польный овоще-картофельный севооборот. 1. Зерновые с подсевом многолетних трав. 2-3. Многолетние травы (клевер). 4. Капуста белокочанная. 5. Картофель. 6. Столовые корнеплоды. 7. Картофель.

6-польный овощной севооборот. 1. Однолетние травы с повторным посевом на сидерат (вика + овес; горох + овес). 2. Капуста белокочанная.

3. Картофель ранний. 4. Морковь столовая. 5. Капуста белокочанная. 6. Свекла столовая и кормовая.

5-польный овощной севооборот с высокой насыщенностью капустой – 40%. 1. Однолетние травы + повторный посев на сидерат. 2. Капуста белокочанная (лежкие сорта). 3. Капуста белокочанная (килоустойчивые сорта). 4. Морковь столовая. 5. Свекла столовая.

4-польный овощной севооборот. 1. Однолетние травы + повторный посев на сидерат. 2. Капустные (капуста ранняя, цветная). 3. Столовые корнеплоды (морковь и свекла на раннюю продукцию). 4. Зеленные (редис, салат, укроп, лук на перо).

6-польный овоще-сидеральный севооборот. 1. Однолетние травы + повторный посев на сидерат. 2. Капуста белокочанная. 3. Морковь столовая. 4. Однолетние травы + повторный посев на сидерат. 5. Капуста белокочанная. 6. Свекла столовая.

В Нечерноземной зоне овощеводство прекрасно сочетается с животноводством, овощи часто выращиваются в прифермских севооборотах, в частности на осушенных торфяниках, пойменных землях. Поэтому в овощеводческих хозяйствах нужно включать в севообороты кормовые культуры (многолетние и однолетние травы, кормовые корнеплоды). При дефиците плодо-

родных орошаемых земель, можно ограничиться 4-5-польными севооборотами с насыщенностью овощами 80-100%.

Сибирь и Дальний Восток.

6-польные овоще-кормовые севообороты на слабоокультуренных почвах.

I Вариант. 1. Зерновые с подсевом трав. 2. Травы. 3. Морковь. 4. Капуста. 5. Лук. 6. Томат.

II Вариант. 1. Зерновые с подсевом трав. 2. Травы. 3. Огурец. 4. Капуста. 5. Лук. 6. Томат.

III Вариант. 1. Зерновые с подсевом трав. 2. Травы. 3. Огурец. 4. Картофель ранний. 5. Лук. 6. Свекла столовая.

5-польные овощные севообороты с различным насыщением ведущими культурами на окультуренных орошаемых почвах.

I Вариант (капуста 40%). 1. Капуста. 2. Огурец. 3. Капуста. 4. Лук. 5. Морковь.

II Вариант (корнеплоды 40%). 1. Лук. 2. Морковь. 3. Томат. 4. Огурец. 5. Свекла столовая.

III Вариант (огурец 40%). 1. Капуста. 2. Огурец. 3. Лук. 4. Картофель ранний. 5. Огурец.

IV Вариант (лук 40%). 1. Капуста. 2. Лук. 3. Томат. 4. Огурец. 5. Лук.

4-польные овощные севообороты на плодородных орошаемых почвах.

I Вариант. 1. Капуста. 2. Огурец. 3. Лук. 4. Морковь.

II Вариант. 1. Капуста. 2. Лук. 3. Морковь. 4. Томат.

III Вариант. 1. Огурец. 2. Лук. 3. Морковь. 4. Томат.

IV Вариант. 1. Томат. 2. Огурец. 3. Картофель. 4. Морковь.

Южные районы России.

8-польные овоще-кормовые севообороты.

I Вариант. 1. Яровые зерновые с подсевом трав. 2-3. Люцерна. 4. Томат, баклажан, перец. 5. Огурец, кабачок. 6. Томат. 7. Горох овощной. 8. Капуста.

II Вариант. 1. Ранний картофель или овощи + люцерна (летний посев). 2-3. Люцерна. 4. Огурец, кабачок. 5. Томат, баклажан, перец. 6. Лук. 7. Капуста. 8. Зеленные овощи.

III Вариант. 1. Овощной горох. 2. Томат. 3. Огурец, кабачок. 4. Лук. 5. Овощной горох + повторный посев. 6. Томат. 7. Капуста. 8. Столовые корнеплоды.

7-польные севообороты.

I Вариант. 1-2. Люцерна. 3. Капуста. 4. Томат. 5. Лук. 6. Картофель. 7. Корнеплоды.

II Вариант. 1-2. Люцерна. 3. Огурец. 4. Томат. 5. Лук + корнеплоды. 6. Томат. 7. Капуста.

III Вариант. 1. Овощной горох. 2. Томат. 3. Лук + корнеплоды. 4. Овощной горох. 5. Огурец. 6. Томат. 7. Капуста.

Овощные севообороты с насыщением ведущими культурами.

I Вариант (томат 33%). 1. Овощной горох. 2. Огурец. 3. Томат. 4. Капуста. 5. Томат. 6. Лук + корнеплоды.

II Вариант (томат 40%). 1. Озимая пшеница. 2. Томат. 3. Огурец. 4. Капуста. 5. Томат.

III Вариант (томат 50%). 1. Капуста. 2. Томат. 3. Огурец. 4. Томат.

IV Вариант (лук 40%). 1. Овощной горох. 2. Лук. 3. Томат. 4. Огурец. 5. Лук.

Бахчевые севообороты. Для бахчевых культур (арбуз, дыня, тыква) лучшими являются супесчаные окультуренные почвы с глубоким залеганием грунтовых вод. Бахчевые культуры хорошо отзываются на применение органических удобрений. Лучшие предшественники для бахчевых культур - многолетние травы (люцерна, житняк), озимая пшеница, озимая рожь, кукуруза на силос. Наиболее качественная продукция арбуза и дыни получается в богарных условиях. Орошение снижает сахаристость плодов бахчевых культур, но увеличивает урожайность плодов в 1,5-2 раза.

Бахчевые севообороты в богарных условиях.

I Вариант. 1. Озимая рожь. 2-4. Многолетние травы. 5-7. Бахчевые культуры. 8. Кукуруза на силос.

II Вариант. 1. Озимая рожь + подсев многолетних трав. 2-3. Многолетние травы. 4-5. Бахчевые культуры. 6. Яровая пшеница. 7. Кукуруза на силос.

III Вариант. 1. Пар чистый. 2. Озимая рожь. 3. Бахчевые культуры. 4. Яровая пшеница. 5. Кукуруза на силос. 6. Бахча. 7. Яровая пшеница.

Бахчевые севообороты в орошаемых условиях.

I Вариант. 1-3. Люцерна. 4-5. Бахчевые культуры. 6. Кукуруза на силос. 7. Озимая пшеница.

II Вариант. 1-2. Люцерна. 3-4. Бахчевые культуры. 5. Кукуруза на силос. 6. Озимая пшеница.

III Вариант. 1. Озимая пшеница. 2. Бахчевые культуры. 3. Кукуруза. 4. Однолетние бобовые. 5. Бахча. 6. Кукуруза.

IV Вариант. 1. Однолетние бобовые. 2. Бахча. 3. Томат. 4. Капуста. 5. Кукуруза на силос. 6. Бахча. 7. Лук. 8. Перец.

В целом бахчеводство, в отличие от овощеводства, хорошо сочетается с зерновым полеводством в условиях Волгоградской, Ростовской областей, Краснодарском и Ставропольском краях РФ.

4.2.10.3. Особенности удобрения овощных культур и обработки почвы

Овощные культуры, при выращивании их в условиях орошаемого земледелия на окультуренных почвах, способны давать высокие урожаи, но и потребление питательных элементов с урожаем значительно выше, чем у полевых культур.

Среди овощных культур наибольшим выносом питательных элементов с урожаем отличаются белокочанная капуста среднеспелых и позднеспелых сортов (546-712 кг/га NPK), столовая свекла, брюква, кабачок (510-560 кг/га NPK). Повышенный уровень выноса питательных элементов характерен для листовой, брюссельской и цветной капусты, петрушки, сельдерея, ревеня,

тыквы, огурца (410-420 кг/га NPK), а минимальный вынос и, следовательно, нуждаемость в удобрениях отмечены для салата, шпината, редиса, лука (70-190 кг/га NPK). При выращивании в пленочных теплицах огурца и томата вынос питательных элементов возрастает в 3-4 раза и достигает очень больших величин (1085-1354 кг/га NPK), что предъявляет очень высокие требования к условиям питания этих культур.

По интенсивности потребления питательных элементов на первом месте находится огурец и томат в защищенном грунте, а в открытом – столовая свекла, кабачок, белокочанная и цветная капуста (4,15-5,6 кг/га в сутки). Эти культуры в наибольшей степени нуждаются в применении быстродействующих минеральных удобрений.

К культурам, наиболее требовательным к применению азотных удобрений, относятся белокочанная капуста, листовая и цветная капусты, столовая свекла, ревень, а также все зеленные овощи (салат, шпинат, листовая петрушка, укроп). На фосфорные удобрения наиболее отзывчивы пасленовые (томат, картофель, перец, баклажан) и бобовые культуры (горох, фасоль, бобы). Высокая потребность в применении калийных удобрений является отличительной особенностью столовых корнеплодов (морковь, пастернак, корневая петрушка, сельдерей, свекла, репа, редька, брюква, редис), а также поздних сортов белокочанной капусты.

Из всех овощных культур наиболее отзывчивыми на применение органических удобрений являются огурец, тыква, арбуз, дыня, зеленные, а минеральных удобрений – белокочанная капуста и столовая свекла, однако наибольший урожай они дают при совместном применении этих удобрений. Морковь, томат, лук примерно одинаково реагируют на использование минеральных туков и навоза. Однако свежий навоз вызывает излишнее образование пасынков у томата, разветвление корнеплодов у моркови и утолщение шейки лука, что задерживает его созревание. Поэтому под эти культуры лучше вносить или перепревший навоз, а еще надежнее возделывать эти

культуры по последствию органических удобрений, внесенных под предшественник (капусту, тыквенные, зеленные).

Наиболее отзывчивыми на известкование почвы являются белокочанная капуста, столовая свекла, под которые рекомендуется непосредственно вносить известь в условиях севооборота, а остальные культуры возделывать по последствию извести.

Органическая система применения удобрений, в экологическом отношении имеет существенное преимущество перед минеральной: улучшается качество продукции, возрастает биологическая активность почв, содержание в ней гумуса, улучшается структура, но большое повышение продуктивности севооборотов недостижимо, ибо при этой системе нужно обеспечить ежегодное внесение 35-40 т/га навоза под овощные культуры, что весьма трудно осуществить не только в крупном хозяйстве, но даже на фермерском или дачном участке. Только на приусадебных участках крестьян, имеющих большое количество домашнего скота, такая система удобрения может быть вполне оправдана с экологической и экономической точки зрения.

В специализированных овощеводческих и фермерских хозяйствах, там, где существует острый дефицит навоза, перспективной является минерально-биологическая система удобрений овощных культур, когда на фоне ежегодного применения расчетных доз минеральных удобрений периодически (1-2 раза за ротацию севооборота) высевается бобовая или бобово-злаковая травосмесь и запахивается в качестве сидерата. Такая система применения удобрений позволяет улучшить качество продукции и урожайность культур, в значительной степени снизить дефицит органического вещества в почве, улучшить ее структуру и биологическую активность, а также резко снизить потери азота от выщелачивания в грунтовые воды.

Но наиболее перспективной в овощеводстве является комплексная, минерально-органобиологическая система применения удобрений, когда при ежегодном использовании умеренных доз минеральных удобрений на уровне 200-300 кг/га NPK периодически (1-2 раза за ротацию) используются сидера-

ты и навоз (или компост) в среднем 15-18 т/га в год. Такая система позволяет получить наиболее высокую урожайность овощных культур с хорошим качеством и высокой сохраняемостью продукции в зимний период,

Большинство овощных культур очень отзывчивы на применение биодобров (Агрофил, Азоризин, Бактосан, Экстасол, Флавобактерин). Использование микробиологических препаратов позволяет более эффективно использовать минеральные удобрения. Существенно улучшается товарный вид и качество продукции.

Система обработки почвы в овощных севооборотах строится на тех же принципах, что и в полевых севооборотах но более тщательно учитывается плотность почвы.

Для дерново-подзолистых почв центральных районов Нечерноземной зоны с содержанием гумуса 1,5-2,7% оптимальная плотность для овощных культур находится в пределах 1,2-1,4 г/см³, то есть значительно ниже их равновесной плотности. Поэтому под овощные культуры требуется систематическое рыхление почвы в целях предотвращения избыточного уплотнения наряду с обработками для борьбы с сорной растительностью.

На аллювиальных луговых почвах пойм рек Москвы и Оки, а также темно-серых лесных почвах и выщелоченных черноземах Европейской части и Западной Сибири, имеющих равновесную плотность на уровне 1-1,2 г/см³ (близкую к оптимальной для овощных культур), возможна минимизация обработки с применением междурядных и предпосевных обработок, для борьбы с сорняками и заделки удобрений.

Для торфяно-болотных почв (со степенью разложения торфа 30-40%) равновесная плотность не превышает 0,17-0,18 г/см³, а оптимальная плотность для овощных культур на торфянных почвах составляет 0,23-0,25 г/см³. Поэтому система обработки таких почв для овощеводства обязательно должна предусматривать приемы уплотнения (прикатывания) для создания оптимальных условий роста и развития овощных растений.

4.3. Проектирование мелиоративных мероприятий в адаптивно-ландшафтных системах земледелия

4.3.1. Мелиорация почв как составная часть адаптивно-ландшафтных систем земледелия

В соответствии с биосферной парадигмой природопользования мелиорация рассматривается как одно из средств формирования экологически сбалансированных агроландшафтов, обеспечивающих устойчивость агропромышленного производства. Мелиоративные системы должны быть строго дифференцированными и адаптированными к геоморфологическим, геохимическим, геофизическим и другим природным условиям с учетом функционирования бассейновых экосистем в целом и межбассейнового энерго- и массообмена.

К сожалению, разработке теоретических основ природопользования в агропромышленном комплексе, в том числе эколого-информационному обеспечению мелиоративных работ, до последнего времени уделялось очень мало внимания. Отсюда несостоятельность многих концепций мелиоративного строительства и необходимость ускоренного развития теории и методов оценки природно-ресурсного потенциала и создания устойчивых агроэкосистем. Их сложность предполагает системную организацию на основе сопряженных тематических карт и материалов специального дистанционного зондирования. При этом оптимальное решение необходимо принимать после рассмотрения всех возможных альтернативных вариантов.

По отношению к ирригации первой альтернативой является степень использования потенциала сухого земледелия. В условиях, где он реализуется слабо, сначала необходимо освоить рациональные системы земледелия, включающие современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур с использованием различных агротехнических, тепловых, химических и противозерозионных мелиораций. Чем полнее будет осуществляться использование естественных осадков и сокращение поверхностного стока за

счет совершенствования земледелия, тем меньше придется перекачивать воды для орошения. Поэтому настойчиво высказываются предложения отказаться от развития орошения, переместить сельскохозяйственное производство в зоны с благоприятными природными условиями. Однако данная позиция, на первый взгляд привлекательная, отнюдь не может быть универсальной. Оптимальное решение, помимо использования потенциала сухого земледелия, будет зависеть также от уровня интенсификации производства и экономической эффективности. Например, в США, где имеются значительные возможности наращивания продукции растениеводства без орошения, площадь поливных земель уже превысила 24 млн га, причем основной их прирост в последние 10-15 лет происходит в центральных и восточных штатах, где в год выпадает более 700 мм осадков. Это означает, что при высоком научно-техническом уровне организации орошаемого земледелия оно может соперничать с неорошаемым даже в условиях довольно высокой обеспеченности осадками. С другой стороны, при низкой культуре земледелия гидротехнических мелиорации просто не должно быть. Не случайно древние очаги орошения сложились там, где оно, как искусство, развивалось веками и стало частью культуры народов.

Эта позиция отвечает современной концепции интенсификации земледелия, предполагающей концентрацию средств производства на лучших землях в более благоприятных социально-экономических условиях, вывод из активного сельскохозяйственного оборота малоплодородных почв, если они не подвергаются улучшению и защитным мероприятиям. Первоочередными объектами мелиорации являются кислые и солонцовые почвы в пашне.

Известкование почв должно вестись темпами, опережающими темпы роста применения удобрений. В противном случае на кислых почвах резко снижается их эффективность. В условиях интенсивного земледелия при высоких нормах вносимых удобрений, особенно азотных, подкисляющих почву, и при возросшем выносе кальция из почвы известкованию подлежат не

только дерново-подзолистые, но и серые лесные почвы, а также оподзоленные и выщелоченные черноземы.

Актуальна проблема мелиорации солонцов. Наличие пятен их среди зональных почв на значительной части пашни ограничивает возможность возделывания сельскохозяйственных культур. Тем самым снижается эффективность использования преобладающих зональных почв комплексов. Значительная часть солонцовых пятен находится под «вечным паром», пополняя грунтовые воды нитратами, которые, не используя растениями, накапливаются в почвогрунтах вследствие минерализации гумуса. Первоочередная задача здесь — выборочное гипсование пятен солонцов.

Часть солонцовых, подзолистых и других почв с плотными иллювиальными горизонтами требует обработки специальными мелиоративными орудиями. К сожалению, в последние годы ослабился интерес к этой проблеме, хотя в нашей стране, как нигде в мире, созданы необходимые научные предпосылки для ее решения.

Довольно велика доля почв, требующих различных тепловых мелиораций (устройство гряд, применение светопрозрачных пленок и т. д.).

Перспектива развития мелиоративных работ, особенно гидротехнических, сопряжена с новым пониманием проблемы под названием ландшафтная мелиорация. Это понятие формулируется как улучшение ландшафтов при сельскохозяйственном использовании с целью оптимизации функционального взаимодействия природно-территориальных комплексов и технических (инженерно- и агро-мелиоративных) систем. Под мелиорированным ландшафтом понимают ландшафт, целенаправленно улучшенный мелиоративной деятельностью и обладающий определенной природной структурой и функциональными свойствами, обеспечивающими интенсификацию сельскохозяйственного производства при сохранении (создании) благоприятной экологической ситуации. К мелиорируемому агроландшафту предъявляют следующие основные требования: обеспечение высокой и устойчивой продуктивности сельскохозяйственных угодий при получении экологически без-

опасной продукции, создание и поддержание оптимального плодородия почв с учетом имеющихся климатических условий, исключение отрицательных последствий мелиорации (вторичное засоление, подтопление, водная и ветровая эрозия, загрязнение вод, деградация почв и т.п.); удовлетворение социальных требований.

Ландшафтную мелиорацию осуществляют комплексно. Она включает различные виды (водная, биологическая, химическая и др.) и является составной частью адаптивно-ландшафтной системы земледелия.

4.3.2. Проектирование химической мелиорации почв

Известкование является необходимым приемом повышения плодородия кислых дерново-подзолистых, серых лесных почв. Известь оказывает многостороннее действие на почву. Она устраняет кислотность почвы, уменьшает содержание подвижного алюминия, улучшает микробиологическую деятельность в почве (аммонификацию, нитрификацию, активность симбиотических и свободноживущих в почве азотфиксирующих микроорганизмов), повышает насыщенность почв основаниями и буферность, улучшает физические свойства почв, их водный и воздушный режим, способствует переводу труднодоступных для растений фосфатов алюминия и железа в более доступные фосфаты кальция и магния.

Реакция почвенного раствора изменяется в результате выноса кальция и магния урожаем, их вымывания за пределы корнеобитаемого слоя, подкисления физиологически кислыми удобрениями, выпадения кислых дождей («вторичная кислотность», вызванная загрязнением атмосферы промышленности выбросами). Потери кальция из корнеобитаемого слоя с инфильтрационными водами в среднем составляет 100...200 кг/га (табл. 30). Потери кальция и магния возрастают на лёгких почвах. Необходима постоянная компенсация отчуждаемого кальция повторным известкованием. Основной путь устранения избыточной кислотности — это применение оптимальных доз извести с рекомендуемой периодичностью.

30. Потери кальция и магния из почвы, кг/га в год

Место исследования	Почва	Вымывание из почвы	
		CaCO ₃	MgCO ₃
Московская обл.	Дерново-подзолистая супесчаная	75-580	-
Ленинградская обл.	Дерново-подзолистая супесчаная	580	67
Белоруссия	Дерново-подзолистая супесчаная	208	50
	Дерново-глееватая тяжелосуглинистая	408	88
Литва	Дерново-подзолистая легкосуглинистая	576	147
	Дерново-подзолистая песчаная на тяжёлом суглинке	646	92

Избыточная кислотность почвы нарушает нормальный ход ферментативных процессов, углеводный и белковый обмен в растении, затрудняет образование белка при увеличении содержания небелкового азота. По отношению к кислотности почвы и известкованию основные сельскохозяйственные культуры объединены в четыре группы.

Потребность почвы в известковании с достаточной для практических целей точностью может быть определена по обменной кислотности: при рН_{KCl} менее 4,5 потребность в известковании сильная, при 4,6-5,0 – средняя, 5,1-5,5 – слабая, при рН более 5,5 – отсутствует.

Значительно точнее нуждаемость в известковании может быть установлена при учете насыщенности почв основаниями и гранулометрического состава. При известковании кроме свойств почвы учитывают особенности культур (табл.31).

31. Группировка сельскохозяйственных культур по отношению к кислотности почв

Группа культур, оптимальный рН _{KCl}	Группы культур				
	Зерновые и зернобобовые	Технические	Овощные, корнеклубнеплоды, силосные	Травы	Плодово-ягодные
I группа, рН 5,8-6,5: наиболее чувствительные к повышенной кислотности	-	Сахарная свекла	Свекла кормовая и столовая, капуста белокочанная, лук, чеснок, сельдерей	Клевер красный, люцерна, донник, райграс, козлёв, ежа сборная	Смородина
II группа, рН 5,3-6,0: чувствительные к повышенной кислотности	Пшеница озимая и яровая, ячмень, горох, пелюшка	-	Кукуруза, брюква, турнепс, огурцы, салат, капуста цветная, кормовая	Вика, лисохвост, овсяница луговая, мятлик	Яблоня, слива, Вишня

III группа а) pH 4,5-6,0: менее чувствительные к повышенной кислотности б) pH 4,8-5,7: трудно переносящие избыток кальция	Овёс, рожь, гречиха	-	-	Тимофеевка	-
	-	Лён	Морковь, томаты, подсолнечник	-	Малина, земляника, крыжовник, груша
IV группа, pH 4,5-6,0: переносящие повышенную кислотность	-	-	Щавель, картофель, люпин	Сераделла	-

В севооборотах с большим насыщением картофелем, льном слабо нуждающиеся почвы не известкуют. В севооборотах с чувствительными к кислотности культурам необходимо известковать не только почвы сильно нуждающиеся в известковании, но и средне нуждающиеся.

32. Нуждаемость почв в известковании в зависимости от гранулометрического состава, величины pH и степени насыщенности почв основаниями V

Гранулометрический состав	Нуждаемость в известковании							
	сильная		Средняя		слабая		Отсутствует	
	pH _{KCl}	V, %	pH _{KCl}	V, %	pH _{KCl}	V, %	pH _{KCl}	V, %
Тяжело и среднесуглинистая	<5,0	<45	5,0...5,5	45...60	5,5...6,0	60...70	>6,0	>70
	<4,5	<50	4,5...5,0	50...65	5,0...5,5	65...75	>5,5	>75
	<4,0	<55	4,0...4,5	55...70	4,5...5,0	70...80	>5,0	>80
Легкосуглинистая	<5,0	<35	5,0...5,5	35...55	5,5...6,0	55...65	>6,0	>65
	<4,5	<40	4,5...5,0	40...60	5,0...5,5	60...70	>5,5	>70
	<4,0	<55	4,0...4,5	45...55	4,5...5,0	65...75	>5,0	>75
Супесчаная и песчаная	<5,0	<30	5,0...5,5	30...45	5,5...6,0	45...55	>6,0	>55
	<4,5	<35	4,5...5,0	35...50	5,0...5,5	50...60	>5,5	>60
	<4,0	<40	4,0...4,5	40...55	4,5...5,0	55...65	>5,0	>65
Заболоченная торфянистая и торфяно-болотная почва	<3,5	<35	3,5...4,2	35...55	4,2...4,8	55...65	>4,8	>65

Различают основное и повторное (поддерживающее) известкование. Основное известкование – обеспечивает заданную или оптимальную реакцию почвы. Количество извести, необходимое для доведения реакции кислых почв до значения pH солевой вытяжки более 5,5, называют полной дозой. Ориентировочные дозы извести можно определить по величине pH_{KCl}. Для

дерново-подзолистых почв, содержащих не более 3 % органического вещества, рекомендуемые дозы извести показаны в таблице.

33. Дозы извести в зависимости от рН солевой вытяжки и гранулометрического состава почв, т/га

Гранулометрический состав	рН _{КСІ}					
	4,5 и менее	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4...5,5
Супесчаные и легкосуглинистые	Более 4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,0...2,0
Средне- и тяжелосуглинистые	Более 6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5...4,0

Наиболее точно полную дозу извести можно установить по величине гидролитической кислотности:

$$C = 0,05 N_{\Gamma} d_v h \text{ (т/га), где}$$

N_{Γ} – гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы;

d_v – плотность мелиорируемого слоя, г/см³;

h – мощность мелиорируемого слоя, см;

Дозу конкретных известковых удобрений (D) вычисляют с учетом содержания в них суммы нейтрализующих кислотность веществ (в расчёте на CaCO_3), количества крупных частиц (более 1 мм), практически не участвующих в нейтрализации почвенной кислотности и влажности материала по следующей формуле:

$$D = \frac{\text{доза } \text{CaCO}_3 \text{ (т / га)} \times 100 \times 100}{\% \text{CaCO}_3 \times (100 - \% \text{частиц})} \times \frac{100}{100 - \% \text{влажности}},$$

где % CaCO_3 – содержание CaCO_3 в известковых удобрениях,

% частиц – доля частиц мелиоранта размером более 1 мм.

34. Группировка торфяных почв по степени нуждаемости в известковании (Донских И.Н., 1989)

Нуждаемость в известковании	рН _{КСІ}	Степень насыщенности основаниями, %
Сильная	менее 3,5	менее 35
Средняя	3,5-4,2	35 - 55
Слабая	4,2-4,8	55 - 65
Отсутствует	более 4,8	более 65

Устанавливая дозу извести для конкретных условий, необходимо учитывать гранулометрический состав почвы и особенности культур севооборота.

На тяжёлых почвах и под культуры очень чувствительные к повышенной кислотности (свекла, кукуруза, клевер, люцерна, капуста и др.) лучше вносить полную дозу извести, рассчитанную по гидролитической кислотности. На более лёгких малобуферных почвах и для культур, менее чувствительных к кислотности (картофель, люпин и др.), дозу извести уменьшают на $\frac{1}{2} \dots \frac{1}{3}$. Повторное известкование проводится через 7...10 лет, если первое известкование проводилось полными дозами (5...8 т/га). Дозы повторного известкования устанавливают по той же таблице, что и первого. Вредное действие кислотности на растения на торфяных почвах сказывается при очень низких значениях pH.

35. Потребность торфяных почв в известковании, т/га (Донских И.Н., 1989)

pH _{KCl}	Гидролитическая кислотность, ммоль (м-экв)/100 г почвы	Степень насыщенности основаниями, %	Нормы CaCO ₃ при массе пахотного слоя мощностью 20 см	
			<500 т/га	>500 т/га
<3,90	>100	<25	10...12	12...6
3,90...4,30	100...60	25...50	4...6	6...8
4,31...4,70	60...40	50...65	2,5...4	3,5...5
4,71...5,00	40...30	65...75	1...2	2...3
>5,00	<3,0	>75	не нуждаются	

4.3.3. Ландшафтно-экологические принципы проектирования агролесомелиоративных комплексов

Современное лесомелиоративное проектирование должно быть направлено на обеспечение устойчивости агроландшафтов, оптимизацию их функционирования по многим параметрам: регулирование ветрового режима и снегозадержание; уменьшение поверхностного стока; поддержание грунтового стока; улучшение гидрогеологического режима почвы; повышение вла-

гообеспеченности агроценозов; улучшение микроклимата; предотвращение эрозии; дефляции; заболачивания; регулирование водности рек и предотвращение их заиливания; сохранение флоры и фауны, в том числе птиц, полезных видов энтомофагов. Наряду с экологической ролью важное значение имеют социальные аспекты защитного лесоразведения, в частности облесение водоемов, поселков, полевых станов, защиты их от снежных заносов и пыли, не говоря уже об их рекреационном и эстетическом значении.

Многообразные достоинства лесоразведения проявляются с разной полнотой и эффективностью в зависимости от того, насколько полно учитываются системные взаимодействия проектируемых мероприятий с элементами ландшафта, его структурой и функционированием.

В отличие от гидротехнического мелиоративного сооружения лесомелиоративное насаждение полифункционально и представляет собой сложную биологическую систему. В результате взаимодействия лесонасаждения с участками ландшафта создаются различные биоценозы. Их агрономическая эффективность зависит от множества условий, в том числе от конструкции насаждения. Например с увеличением ширины лесополос формируются биоценозы с более развитой лесной подстилкой, более богатым видовым составом фауны, в частности птиц, полезных энтомофагов, которые все более приближаются по богатству и устойчивости к типичным лесным биогеоценозам. В результате водорегулирующие лесополосы весьма эффективны в отношении сокращения поверхностного стока и эрозии, а также в отношении благоприятного фитосанитарного влияния на посевы. Там, где не могут сформироваться устойчивые лесные сообщества энтомофагов, часто происходит размножение вредителей.

Непонимание особенностей функционирования создаваемых агролесоландшафтов в условиях сложного рельефа, строения почвообразующих и подстилающих пород, глубины залегания грунтовых вод и т.п. может приводить к негативным результатам. К числу таковых относится, в частности, появление мочаров при размещении стокорегулирующих лесополос в местах,

где в результате таяния избытка снега формируется верховодка, выклинивающаяся на поверхность на склоне при близком залегании водоупорного слоя. При наличии солей в последнем вторичный гидроморфизм сопровождается вторичным засолением. Более банальным примером негативных последствий шаблонного проектирования является развитие эрозии вдоль полезащитных лесных полос, посаженных в направлении склона, что отмечается довольно часто. Эта «оплошность» нередко усугублялась другой «небрежностью» - плохим уходом за лесополосами, в результате чего полезащитные полосы превращались в непродуваемые. В них скапливались сугробы снега, который должен был бы равномерно распределяться по полю, чему призваны служить полезащитные лесные полосы непременно продуваемой конструкции. Повсеместно отмечались негативные явления на участках полей в непосредственной близости от лесных полос: затенение, переувлажнение, заболачивание, иссушение корневыми отпрысками деревьев, повышение засоренности посевов, снижение урожайности полевых культур. Этих недостатков в большинстве случаев можно избежать, располагая посевами многолетних трав вдоль лесной полосы шириной $1,6 \times H$ (полторы высоты деревьев).

Противоречия между перечисленными достоинствами лесоразведения, его возможностями и реальными практическими достижениями проявлялись постоянно. Со времен сталинского плана преобразования природы в стране декларировались агролесомелиоративные комплексы различных уровней. Проектировались различные комбинации полезащитного лесоразведения с травопольными севооборотами и т.п. Термин «система» часто эксплуатировался как ключевой. Однако на практике предпринимались наборы различных мероприятий, как правило, не интегрированных. Планы посадки лесных полос, преимущественно почвозащитных выполнялись лесным ведомством независимо или почти независимо от агрономической деятельности. Одновременно происходила вырубка лесов, уничтожение колков, рощ, в лесостепной и степной зонах, имеющих важное водоохранное значение, неуклонно развивалась овражная сеть, чему нет никакого оправдания.

За всю историю защитного лесоразведения в России было посажено 5,2 млн га лесных насаждений на сельскохозяйственных землях. Фактическая их площадь составляет лишь 3,2 млн га, в том числе 1,2 млн га полезащитных лесных полос. Разница объясняется большим ежегодным отпадом лесокультур из-за нестабильности и неорганизованности проведения посадочных работ и ухода за посадками, которые велись кампанейскими методами.

Наиболее сложные противоречия в реализации традиционных приемов агролесомелиорации сложились в сухостепной зоне.

Новая методология адаптивно-ландшафтного земледелия в принципе исключает традиционные шаблоны. Лесонасаждения, обладая ярко выраженными ландшафтно-стабилизирующими свойствами, в определенной мере выполняют роль экологического каркаса территории. Агролесомелиоративные комплексы (АЛК) наиболее эффективны при охвате целиком водосборных бассейнов или районов дефляции и опустынивания независимо от границ кооперативных или фермерских хозяйств, районов или других административно-хозяйственных формирований. Тогда достигается максимальное их стабилизирующее влияние.

Реализация агролесомелиоративных мероприятий осуществляется через землеустроительное проектирование всех уровней от генеральных схем природопользования на крупные территории до землеустроительных проектов на отдельные хозяйства. ЗЛН проектируются в полной согласованности с организационно-техническими, гидротехническими, гидромелиоративными и другими элементами ландшафтного комплекса. Размещение и ориентация отдельных лесонасаждений должны удовлетворять, с одной стороны, требованиям лесомелиоративной защиты агротерриторий и удобствам функционирования аграрного производства, а, с другой, лесорастительным требованиям самих насаждений. Последнее обстоятельство имеет особое значение для полезащитных лесополос, поскольку их экономическая эффективность определяется защитной высотой и жизнеустойчивостью древостоев. Наибольшей высоты, а, следовательно, и дальности влияния они достигают в районах с

благоприятными лесорастительными условиями. По мере движения с северо-запада на юго-восток полезащитные полосы из высокоствольных деревьев уступают место насаждениям из низкорослых деревьев или кулисам из кустарников. На комплексных засоленных почвах полупустынь агролесомелиорация может строиться исключительно на кустарниковых кулисах – прямолинейных, контурных, в зависимости от условий рельефа.

На орошаемых землях защитные насаждения ветроломного назначения создаются из высокорослых деревьев во всех зонах страны, в том числе и аридных, если там гарантируется их периодический полив. Насаждения на склонах, имеющие стокорегулирующее значение, создаются в благоприятных почвенно-климатических условиях из деревьев и кустарников, в аридных зонах только из кустарников. Создание ЗЛН в гидрографической сети и на горных склонах, сопровождаемое нередко устройством гидротехнических сооружений разной сложности и залужением отдельных участков, является специальным видом проектирования, предусматривающим местные нормы применения, отдельный породный состав и соответствующие технологии создания.

Защитные насаждения в полупустыне на твердых пастбищах и песках должны носить преимущественно куртинный характер, приурочиваясь к локальным понижениям, блюдцам, потяжинам.

Агролесомелиорация рассматривает всю совокупность условий создания ЗЛН и их функционирования в едином ландшафте, ограниченном естественными рамками водосборных бассейнов или других геоморфологических структур. Главными компонентами, составляющими агролесомелиоративную часть ландшафтного комплекса защитных мероприятий, служат системы лесонасаждений, расположенные на пахотных землях приводораздельного и присетевого фондов водосборов и системы овражно-балочных насаждений, расположенные преимущественно в гидрографическом фонде. В них также входят ЗЛН разных видов и породного состава вдоль дорог, каналов, вокруг ферм, полевых станов, населенных пунктов и т. п. Первоочередными задача-

ми агролесомелиорации должны быть очаги деградации, а затем соответствующим образом ранжированные участки экологического напряжения.

4.3.4. Агроэкологическое обоснование и проектирование гидротехнических мелиораций в адаптивно-ландшафтном земледелии, их агроэкологическое обоснование

4.3.4.1. Экологическая роль и место гидротехнических мелиораций в адаптивно-ландшафтном земледелии

Мелиорация земель и последующее более интенсивное их сельскохозяйственное использование оказывают влияние на составные элементы ландшафта и прежде всего на почву, водные ресурсы, флору и фауну, условия жизни и здоровье людей, санитарно-эпидемиологическую обстановку территорий.

Положительные воздействия оросительной и осушительной мелиорации, ради достижения которых она проводится, многообразны: повышается плодородие почвы, возрастают урожаи и объемы получаемой продукции, расширяются площади сельскохозяйственных угодий, улучшается и оздоравливается климат прилегающих земель, создаются новые рабочие места и растут доходы землепользователя (землевладельца), ослабевает воздействие засух, почвенных засух, дефляции и эрозии почвы, повышается рекреационная значимость местности и ее видовое разнообразие.

Степень возможных отрицательных последствий от проведения мелиорации зависит от особенностей природных условий объекта и прилегающих земель, конструкций и параметров мелиоративных сооружений, системы земледелия, уровня хозяйствования на мелиорируемых землях и, не в последнюю очередь, от качества проекта. Многих негативных последствий мелиорации можно избежать или минимизировать их влияние на окружающую среду, если строго руководствоваться современными требованиями по предпроектной агроэкологической оценке объекта мелиорации и тщательном соблюдении требований действующих нормативных документов при проекти-

ровании мелиоративных систем для условий адаптивно-ландшафтного земледелия.

Среди экомелиоративных мероприятий особое значение на современном этапе приобретают технологии, связанные с восстановлением природной среды: очистка, детоксикация и рекультивация почвенного покрова, обессоливание дренажного стока, улучшение качества воды в водоисточниках, восстановление функционирования малых рек и т.д. Это новое направление в мелиорации требует проведения фундаментальных и прикладных научных исследований по обоснованию и разработке методов и технологии воссоздания ресурсовоспроизводящих и средообразующих функций ландшафта.

4.3.4.2. Агроэкологическое обоснование оросительных и осушительных мелиораций при проектировании

Агроэкологическая оценка земель и мелиоративных мероприятий в полном объеме дается в составе проектной документации на стадии «проект» или «рабочий проект», который должен содержать комплекс предложений по рациональному использованию природных ресурсов и технических решений по предупреждению негативного воздействия проектируемого объекта на окружающую природную среду. Соответствующее обоснование должно отвечать требованиям «Инструкции о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство объектов мелиорации земель», утверждённой Минсельхозом России в 2002 г. по согласованию с Госстроем России.

Так как оценка воздействия на окружающую среду выполняется на предпроектной стадии при «Обосновании инвестиций», в проектной документации должны быть сопоставлены данные выполненной оценки с параметрами оросительной и осушительной системы, принятыми в проектной документации. В случае, если имеются существенные расхождения параметров природоохранных характеристик, следует выявить причины расхождений и обеспечить комплекс необходимых мероприятий по охране окружающей

природной среды. Одновременно на ландшафтно-экологической карте должны быть уточнены границы воздействия на окружающую среду проектируемого объекта.

На основании типизации объектов воздействий мелиорации оросительной и осушительной систем, гидротехнических сооружений, расположенных за их пределами, целесообразно рассматривать девять объектов воздействий, в пределах которых выделены 51 подобъект, или фактор изменений. По каждому из них должен быть проведен по возможности количественный анализ мелиоративных воздействий.

Для получения разрешения на природопользование в соответствии с «Рекомендациями по экологическому сопровождению инвестиционно-строительных проектов», утвержденных Госстроем в России в 1998 г., необходимо оценить воздействие на следующие компоненты геосистемы: почвы, атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, земли, ландшафт и недра, растительность, животный мир, а также на санитарно-эпидемиологическую обстановку и социально-экономические условия с учетом комплексного использования природной среды.

Помимо достаточно полно освещенных в отечественной литературе вопросов воздействия мелиорации на почвы, водный режим территорий (гидрологию и гидрогеологию), экологию и здоровье населения и др., имеются вопросы, которые практически не освещены в мелиоративной литературе, но они волнуют мировую общественность – проблемы биоразнообразия, жизни малых народов, миграции населения и др., по которым приняты специальные постановления на уровне Организации Объединенных Наций. Необходимо эти вопросы осмыслить и ввести в практику проектирования.

На основе обобщения материалов научных исследований и опыта проектирования (табл. 36), выделены 9 объектов воздействий гидромелиорации (оросительных и осушительных систем). Как и при любой типизации, перечень объектов воздействий страдает определенной условностью и субъективностью, но он необходим для учета возможных изменений при проектирова-

нии и контроля за полнотой и качеством учета изменений в окружающей среде при оценке проекта.

36. Типизация элементов геосистем для анализа мелиоративных воздействий

Компонент геосистемы	Элементы (факторы) геосистемы
1. Земли, почвы	1.1. Земельные угодья 1.2. Свойства почв 1.3. Засоление и загрязнение почв 1.4. Заболачивание почв 1.5. Вынос солей с дренажными водами 1.6. Сработка и сгорание торфяной почвы 1.7. Эрозия почвы
2. Поверхностные воды	2.1. Меженный режим рек 2.2. Режим половодий 2.3. Регулирование речного стока 2.4. Водный режим пойм 2.5. Водный баланс 2.6. Загрязнение вод
3. Подземные воды	3.1. Понижение уровней грунтовых вод 3.2. Подъем уровней грунтовых вод 3.3. Подтопление земель 3.4. Засоление грунтовых вод 3.5. Ресурсы подземных вод 3.6. Качество и загрязнение подземных вод
4. Атмосферный воздух	4.1. Загрязнение воздуха 4.2. Запыление и задымление 4.3. Загрязнение токсичными веществами 4.4. Климат приземного слоя
5. Животный мир	5.1. Места обитания и размножения животных 5.2. Миграция животных 5.3. Редкие и новые виды фауны 5.4. Рыбные ресурсы 5.5. Охотничьи ресурсы
6. Растительность	6.1. Мелиорируемые земли 6.2. Флора прилегающих земель 6.3. Редкие (реликтовые) территории 6.4. Водная растительность 6.5. Биоразнообразие
7. Рельеф и литологические условия	7.1. Овраги 7.2. Абразия и переработка берегов 7.3. Оползни, карст 7.4. Переформирование русел и дейгиш 7.5. Деформация грунтов
8. Санитарно-эпидемиологическая обстановка	8.1. Питьевая вода 8.2. Очаги болезней 8.3. Экология и распространение болезней 8.4. Контроль болезней 8.5. Болезни животных
9. Социально-экономическая структура	9.1. Население, инфраструктура 9.2. Экономические показатели 9.3. Региональное развитие 9.4. Рекреационные ресурсы

Для каждого объекта воздействий (почва, гидрология и т.д.) названы основные изменения, которые сгруппированы и колеблются в пределах от 5 до 10 по отдельным группам. Для всех форм воздействия объекта на окружающую среду в проекте должны быть разработаны, в том числе на альтернативной основе, проектные решения по нейтрализации (или снижению) негативного влияния объекта на окружающую среду.

Раздел «Охрана окружающей среды» любого проекта должен включать следующие подразделы:

- краткие сведения о проектируемом объекте, включая рассмотренные варианты проработки, исходя из условий минимизации воздействия на окружающую природную и социальную среду (в т.ч. по размещению объекта строительства, принятым инженерным и технологическим решениям и т.д.);
- мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов; данные по хозяйственному использованию намечаемых к мелиорации земель (общая площадь, в т.ч. пашня, сенокосы и пастбища, многолетние насаждения, залежи, приусадебные земли, сады и огороды, лесные насаждения, характеристика почвенных условий; наличие и степень ветровой и водной эрозии почв, слитизации; данные по характеру и уровню загрязнённости почв и др.).

Проектируемые мероприятия по рациональному использованию и защите земельных ресурсов должны включать следующие материалы:

- степень хозяйственного использования территории, исходя из соблюдения критериев устойчивости агроландшафтов (ограничения по использованию земельных, лесных, болотных и других угодий и охране прилегающих земель; соответствие принятых технологических и инженерных решений экологическим требованиям и ограничениям по оросительным и поливным нормам (с учётом сохранения оптимального водно-воздушного и солевого режима, недопущения заболачивания, засоления, осолонцевания, водной эрозии орошаемых земель и т.д.);

- качество поливной воды (с учётом возможности засоления, осолонцевания, содообразования, загрязнения тяжёлыми металлами, нефтепродуктами, ядохимикатами и т.д.);
- принятый способ орошения и техника полива, исходя из сохранения оптимального водно-воздушного и солевого режима почв, обеспечения оптимального режима и минерализации грунтовых вод, недопущения (максимального ограничения) процессов водной эрозии почв и т.д.;
- параметры и конструктивные решения мелиоративной сети с учётом обеспечения высоких коэффициентов использования воды (КИВ) при орошении, оптимального водно-воздушного режима почв (при осушении), сохранения устойчивости русел и т.д.;
- оценка необходимости строительства дренажа и проведения промывок засоленных земель при орошении и дополнительного увлажнения земель при осушении, химической мелиорации почв и использования сбросных вод; защита мелиорируемых земель от ливневых и паводковых вод, селевых потоков, оползней и т.д.; проектируемые почвозащитные и водоохранные лесные полосы, противоэрозионные водоудерживающие, водонаправляющие и водосбросные гидротехнические сооружения (запруды, нагорные валы и каналы, быстротоки, перепады и т.д.); укрепление имеющих эрозионно-опасных оврагов для предотвращения их роста; мероприятия по рекультивации земель, нарушаемых при строительстве мелиоративной сети, прокладке трубопроводов, устройстве карьеров, насосных станций и гидросооружений и т.д.; площади нарушаемых земель; объёмы плодородного грунта, подлежащие снятию, транспортировке, и его использование.

Оценка эффективности природоохранных мероприятий в проекте адаптивно-ландшафтной мелиорации проводится по следующим показателям:

- соответствие проектных решений заданию на проектирование, основным нормативным документам и актам по охране окружающей среды, условиям проживания и здоровья населения, требованиям и ограничениям

органов госнадзора и охраны природы и местных органов государственного управления;

- комплексная оценка воздействия намечаемого вида хозяйственной деятельности на ландшафт и окружающую природную среду, учитывающая характер и степень всех потенциальных видов влияний на природный территориальный комплекс строительства и эксплуатации мелиоративного объекта;
- обоснование принятых инженерных и технологических решений, исходя из минимизации ущерба, наносимого природной и социальной среде на основе выполненных вариантных проработок;
- оценка эколого-экономических ущербов, предотвращаемых в результате осуществления проекта;
- оценка стоимости мероприятий по охране окружающей среды, необходимых для обеспечения экологической безопасности природной среды и жизнедеятельности населения.

4.3.4.3. Оптимизация мелиоративных мероприятий в соответствии с генетическими особенностями почв и почвообразующих пород

При решении мелиоративных задач в разнообразных ландшафтных условиях больше всего ошибок допускается в тех случаях, когда плохо учитываются особенности почв и почвообразующих пород, почвенные режимы. Как правило, *если способ мелиорации не адекватен свойствам и режимам почв и почвообразующих пород, то он оказывается либо не эффективным, либо опасным для природной среды*. Примеры такого рода весьма многочисленны. Так, в условиях южной тайги глубокое самотёчное осушение низинных болот полесий оказалось причиной ускоренного разложения их органического вещества, дефляции, пожаров, исчезновения осушенных торфяных почв, выхода на поверхность бесплодных оглеенных кварцевых песков, мергеля, известковых отложений. Связь способов мелиорации с особенностями генезиса и состава почв и почвообразующих пород отчётливо

проявляется и при мелиорации минеральных почв. Это относится как к гидротехническим, так и к гидромелиоративным мероприятиям. Так, пластмассовый дренаж быстро выходит из строя в минеральных гидроморфных почвах, заболоченных ожелезненными водами, т.е. в ортзандовых, оруденелых, коровых железистых, а также в ожелезненных торфяных почвах. Следствием этого является вторичное заболачивание территории. Керамический дренаж малоперспективен в длительно-сезонно-мерзлотных почвах из-за закупорки дрен ледовыми пробками весной в начальный период формирования дренажного стока.

Кротовый дренаж может функционировать только в структурных, преимущественно пойменных, почвах. Однако он нецелесообразен в бесструктурных болотно-подзолистых суглинистых и глинистых почвах. Сама оподзоленность почвенного профиля является достаточным свидетельством нецелесообразности применения этого вида дренажа.

Генезис почв, их гранулометрический и агрегатный состав определяют принципиальную конструкцию осушительных систем. Так, на тяжёлых оглеенных слабоагрегированных и плохо водопроницаемых почвах необходимы комбинированные осушительные системы. Здесь кроме регулирующей сети осушителей целесообразно устройство ложбин с коэффициентами откосов 5-6 для раскрытия западин, шлюкеров, траншейных фильтров из крупнозернистого песка, мелкого гравия, керамзита, пластмассовых шариков и других материалов, агромелиоративных мероприятий по ускорению поверхностного и внутрипочвенного стока, а также выполнение агрономических мероприятий по защите почв от уплотнения (применение травопольных севооборотов, сельскохозяйственных машин с уменьшенным давлением на почву и др.).

Хорошо агрегированные тяжелые почвы пойм отличаются высокими коэффициентами фильтрации. До тех пор, пока сохраняется благоприятная почвенная структура, не возникает необходимость в использовании шлюкеров, траншейных фильтров и других мероприятий по ускорению поверхностного и внутрипочвенного стока, несмотря на преимущественно глинистый

гранулометрический состав этих почв. Однако их длительная эксплуатация в условиях бессменной культуры пропашных на протяжении 15-25 лет и более приводит к существенному ухудшению физических свойств почв и возникновению водоупорных подпахотных горизонтов.

В легких почвах, заболоченных грунтовыми водами, схема осушения наиболее проста. На внепойменных массивах она ограничена лишь регулирующей сетью осушителей, планировкой поверхности и агрономическими мероприятиями по защите почв от уплотнения.

Тесная связь эффективности мелиоративных мероприятий и генезиса почв проявляется в случае не только применения гидротехнических, но и агромелиоративных мероприятий. Так, глубокое мелиоративное рыхление неэффективно в торфяных, средне- и сильнокаменистых почвах на моренных отложениях, в почвах на тонкослоистых ленточных глинах. Оно мало эффективно в условиях сложной структуры почвенного покрова, а также на недренированных оглеенных почвах.

Установлено, что такой распространенный способ агромелиорации, как кротование, неэффективен на тяжелых пойменных оглеенных почвах и в почвах на тонкослоистых ленточных глинах. Наконец, применение бестраншейного пластмассового дренажа, глубокого мелиоративного рыхления, кротования, дренаукладчиков с непрерывной экскавацией затруднено или невозможно в почвах на моренных каменистых отложениях.

Свойства почв и пород определяют не только способы мелиорации, но и важнейшие параметры земляных сооружений, а также их стоимость. Так, в тяжёлых почвах на тонкослоистых ленточных глинах при строительстве каналов выполняется максимальный объём земляных работ, поскольку их коэффициенты откосов равны 3,0-3,5. Эти почвы и породы обладают высокой способностью к скольжению. Вместе с тем в устойчивых моренных глинах они не превышают 1,25-1,50. Примеры такого рода могут быть существенно дополнены. Однако и приведенных данных достаточно для того, чтобы подтвердить сформулированный тезис о том, что мелиоративные системы эф-

фективны только в том случае, если они адекватны генезису и составу почв и почвообразующих пород. Это положение справедливо не только для гумидных, но и для степных и пустынных ландшафтов. Так, например, из-за недостаточного внимания к особенностям почв и пород в Центральной Азии в 60-70 годах были вовлечены в орошение тяжелые гипсоносные почвы с высоким содержанием крупнокристаллического гипса. Такие почвы обладают низкой водопроницаемостью и практически не поддаются промывкам.

Отметим и то, что бездренажное орошение чернозёмов и каштановых почв на юге России при близком залегании майкопских, хвалынских и других соленосных пород стало причиной не только их осолонцевания и засоления на значительных площадях, но и возникновения заболоченности и переувлажнённых засоленных почв в условиях мочарных ландшафтов.

Весьма существенное значение для оценки адекватности способов мелиорации природным условиям является анализ вторичных изменений процессов почвообразования в результате интенсивного антропогенного воздействия. Представляется, что оценка почвообразовательных процессов, возникающих в результате антропогенного воздействия на почвенный покров, должна стать основой прогноза изменения почв и ландшафтов под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Например, применение дренажа в гумидных ландшафтах для осушения оглеенных минеральных почв на кислых и выщелоченных суглинистых и глинистых породах при современном низком уровне агротехники резко усиливает вынос кальция и магния, марганца и железа. Дренаж в таких почвах является причиной смены застойного типа водного режима на застойно-промывной. Всё это приводит к возникновению или увеличению мощности подзолистого горизонта в осушаемых почвах. В таких почвах после дренажа усиливается действие зонального почвообразовательного процесса. Сущность происходящих изменений свойств твёрдой фазы почв при изменении типа гидрологического режима отражает таблица 37.

37. Изменение свойств почв и процессов под влиянием глееобразования призастойном и застойно-промывном типах водного режима (по материалам модельных и натуральных исследований)

Свойства почв и процессы	Изменения в результате глееобразования на фоне водного режима*	
	застойного	застойно-промывного
1.Вынос Fe	умеренный	интенсивный
2.Вынос Al	не выражен	интенсивный
3.Вынос Ca и Mg	не выражен или слабый	интенсивный
4. pH	без изменений или слабое подщелачивание	резкое подкисление (на 1-2 ед. pH)
5.Подвижный Al	без изменений	резкое увеличение (на 1-2 порядка)
6.Гидролитическая кислотность	без изменений	резкое увеличение (в 2-3 раза)
7.Степень насыщенности основаниями	несущественные изменения	резкое уменьшение (в 3-4 раза)
8.Содержание ила (частицы <0,001 мм)	несущественные изменения	интенсивный вынос (лессиваж)
9.Внешняя удельная поверхность	слабое или заметное увеличение	уменьшение
10.Сегрегация железа, конкрециеобразование	не выражена	заметная или интенсивная
11.Цвет горизонта	сизый, синеватый, голубовато-зеленый	белесый, ярко-белый, сероватый

*- изменение по сравнению с исходной почвообразующей породой.

С другой стороны, осушение торфяных почв прекращает естественный процесс консервации остатков растений-торфообразователей. При этом резко интенсифицируется противоположный процесс. Происходит ускорение биохимического разложения их органического вещества. Его опасность очевидна. Но практически почти повсеместно в стране не применяют такие простые и необходимые приёмы защиты торфяных почв от разложения, как поддержание на осушенных торфяных почвах лугового типа водного режима, введение травопольных севооборотов и залужение, внесение удобрений. Необходимо пересмотреть действие традиционных и, казалось бы, известных способов защиты гидроморфных почв от деградации. Так, например, полагают,

что пескование и покровная песчаная культура земледелия на торфяных почвах, несколько ускоряя распад их органического вещества в пахотном горизонте, резко тормозят этот процесс в подпахотных слоях. Однако исследования показывают, что внесение песка при песковании и покровной культуре земледелия, материала, обладающего невысокой теплоёмкостью, высокими значениями температуропроводности и теплоотдачи, резко повышает температуру всех горизонтов почв от поверхности до грунтовых вод. Это усиливает активность целлюлозоразрушающих аэробных микроорганизмов и приводит в конечном итоге к ускоренному разложению органического вещества торфяных почв. Установлено, что по сравнению с контролем (чёрной культурой) пескование и покровная песчаная культура земледелия достоверно увеличивают скорость разложения органического вещества торфяных почв на 20-50% в годы разной влажности. Существенно и то, что дренаж на осушенных болотах в полесьях на флювиогляциальных песках, а также на песках в условиях моренных ландшафтов, при нерегулируемом водном режиме часто оказывается причиной отрыва капиллярной каймы от торфяной залежи. Это обстоятельство часто становится причиной опустошительных пожаров, приводящих к уничтожению всей торфяной залежи до минерального дна болот. Процесс пирогенного уничтожения почв осушенных болот в Нечернозёмной зоне сейчас принимает масштабы экологического бедствия. В этой связи следует подчеркнуть, что восстановление плодородия таких земель, как правило, весьма затруднено или невозможно.

Довольно многочисленны экологические издержки гидротехнических мероприятий в засушливых районах – вторичное засоление, осолонцевание, осолодение, дегумификация, уплотнение, слитизация, заболачивание почв. Они, как правило, связаны с нарушением принципа адекватности мелиоративных мероприятий особенностям почв и почвенных процессов и в целом параметрам агроландшафта.

4.3.4.4. Регулирование мелиоративных режимов агрогеосистем различного уровня, агроэкологические риски и ограничения

Предлагается выделять четыре иерархических уровня геосистем в соответствии с масштабностью влияния мелиорации, для которых необходимо предусматривать агроэкологический анализ, мелиоративные и экологические прогнозы: сублокальный, локальный, региональный и бассейновый.

На **сублокальном уровне** следует рассматривать процессы в системе почва - зона аэрации - грунтовые воды. В территориальном плане это поле, элементарный почвенный ареал или точка. Именно на этом уровне происходит формирование почвенно-мелиоративных процессов, формирование водно-солевого режима пород зоны аэрации и, в ряде случаев, режима грунтовых вод. Основными режимообразующими факторами здесь является водоподача на орошение, дренаж, другие мелиоративные мероприятия, а также вид сельскохозяйственной культуры.

На **локальном уровне** процессы рассматриваются в пределах геоморфологических структур одного порядка. Формирование природных процессов происходит под воздействием гидромелиоративных систем или их частей. Основным воздействующим фактором являются каналы, орошение и дренаж. Анализ формирования природно-мелиоративных процессов должен учитывать горизонтальную составляющую потоков.

На **региональном уровне** процессы рассматриваются в пределах гидрогеологических структур. Рассматривается взаимодействие и взаимовлияние отдельных гидромелиоративных систем, их воздействие на экологические условия территорий

Бассейновый уровень предусматривает анализ изменений природных процессов под влиянием гидромелиоративных систем в пределах бассейнов рек.

С позиций ландшафтного подхода первые два уровня охватывают внутриландшафтные процессы, на сублокальном уровне рассматриваются вертикальные потоки вещества и энергии, а на локальном уровне добавляется

латеральная составляющая. Региональный и бассейновый уровни охватывают ландшафты в целом или взаимодействие нескольких ландшафтов. В соответствии с экологическими требованиями все мелиоративные мероприятия должны регламентироваться определенными пределами допустимых изменений свойств почв и агроландшафтов. За экологически допустимые критерийные ограничения приняты пределы наилучшей сбалансированности влаги, тепла и питательных элементов, а также исключение перехода режима почвообразования из автоморфного в гидроморфный, снижение солеоборотов. Отклонение составляющих водного баланса от среднегодовых значений не должно превышать 25 – 30%.

Сельскохозяйственная и мелиоративная деятельность должна быть направлена на интенсификацию биологического круговорота и сдерживание ускорения геологического круговорота.

Как правило, не следует переводить природный автоморфный режим в гидроморфный. Под действием увлажнения дополнительного к природному, особенно черноземов и темнокаштановых почв, происходит ухудшение их водно-физических и физико-химических свойств и структуры, падение окислительно-восстановительного потенциала, изменение pH и др. Создание гидроморфного режима почвообразования способствует развитию вторичного засоления, осолонцевания, уплотнения и других негативных явлений. Дополнительное к природному увлажнение почв происходит под влиянием подъема уровня грунтовых вод и с поступлением оросительной воды.

Оросительные и поливные нормы, количество поливов, способы и техника их проведения с экологических позиций должны максимально снижать водообмен нисходящего потока оросительных вод в виде инфильтрационных потерь на полях орошения и фильтрационных потерь из каналов всех порядков. Экологическое требование - исключение больших объемов нисходящего потока оросительных вод - обусловлено тем, что этот поток служит главным условием развития неблагоприятных явлений, ухудшения плодородия почв, создания экологически кризисных ситуаций на локальных объектах

и в регионах. Увеличение величины нисходящего потока или коэффициента инфильтрации (отношение инфильтрационного питания к объему поданной на орошение воды) наблюдается с ростом оросительных норм, которые зависят от способа полива (нормы-брутто).

Снижение инфильтрационного питания возможно, если поливные нормы рассчитывать с учетом водоудерживающей способности данного типа почв и подстилающих пород. К концу вегетации весь запас оросительной воды должен быть израсходован на питание растений для улучшения аэрации почвы, ее теплофизических характеристик.

Высота капиллярного увлажнения грунтовых вод зависит от гранулометрического состава пород. В условиях испарительного режима грунтовых вод эта высота стабилизируется скоростью испарения, зависящей от давления пара, определяемого равновесной влажностью пористой среды и ее температурой. Исходя из экологических требований, при назначении допустимых глубин грунтовых вод, сохраняющих благоприятную направленность процессов формирования плодородия почв, учитывается не только степень накопления токсичных солей в почве, как было ранее, когда допускался испарительный режим грунтовых вод, но и степень развития негативных процессов при гидроморфизме.

На локальном уровне экологическая ситуация на орошаемом поле, массиве оценивается по показателям изменения структурного состояния почв, степени вымыва питательных веществ и гумуса, кальциевого режима, воздухоемкости, степени увлажнения, осолонцевания, засоления, качества оросительной воды, взаимосвязи биологического и геологического круговоротов.

Естественный природный фон зональных почв автоморфного ряда (черноземы, темнокаштановые и каштановые) при орошении повышенными нормами сдвигается в сторону гидроморфизма с негативными экологомелиоративными последствиями: постепенным ухудшением их воднофизических свойств и потерей плодородия (засоление, осолонцевание, выщелачивание кальция, потери гумуса, слитизация и другие). Эти явления разви-

ваются не только на орошаемых, но и на прилегающих к ним землях, особенно в понижениях, охватывая территории, значительно превышающие собственно орошаемые массивы.

Природные ландшафтно-географические зоны по соотношению поступающей солнечной радиации и выпадающих атмосферных осадков имеют качественные различия с точки зрения устойчивости биологической продуктивности биогеоценозов. Мелиоративное воздействие, и в целом, техногенное влияние отражается на них по разному. Наименее устойчивы почвы тундровой зоны с недостатком тепла и излишней влагой, в связи с этим имеющих низкую активность биохимических процессов, медленную самоочищаемость. Ландшафты таежной зоны более устойчивы, благодаря более мощному растительному покрову, а повышенные осадки способствуют вымыванию из почв растворимых и подвижных загрязняющих веществ. Почвы лесостепной зоны сформировались в наиболее благоприятных условиях гидро-термического режима. Черноземы лесостепной и степной зон имеют высокое плодородие, но при переувлажнении или промывном режиме орошения теряют устойчивость, применение тяжелой техники приводит к переуплотнению почв. Оптимальные значения структурного состояния почв показаны в таблице.

Типичные и обыкновенные черноземы имеют низкую устойчивость при орошении из-за низких резервов кальция и глубокого залегания карбонатного горизонта. Даже при орошении водой высокого качества происходит их обесструктурирование, осолонцевание, снижение содержания гумуса. Южные черноземы, темно-каштановые и каштановые почвы имеют более высокую устойчивость при орошении в связи с большими запасами кальция. Орошение необходимо, так как сильные и средние засухи повторяются 2-4 раза за 10 лет и при орошении урожайность зерновых возрастает в 1,5-3,0 раза, тогда как от применения только агротехнических методов - в 1,3 раза.

В степной зоне опасно развитие гидроморфизма черноземов в связи с орошением, изменяющим их свойства и вызывающим развитие вторичного

засоления и осолонцевания почв, а также усиление восстановительных процессов и, следовательно, диспергацию агрегатов, слитизацию, повышение щелочности или кислотности почв, подвижности гумусовых соединений, оксидов железа, карбонатов кальция. Промывной режим черноземов приводит к разрушению структуры и деградации почв (табл. 38), а в условиях применения минерализованных вод и неудовлетворительного качества почвы переходят в разряд солонцеватых и засоленных.

38. Реальные, критические и оптимальные показатели структурного состояния орошаемых почв в пахотном горизонте (Экологические требования..., 1996).

Показатель	Черноземы			Каштановые почвы		
	Значение					
	реаль- ное	крити- ческое	опти- мальное	реальное	крити- ческое	опти- мальное
Содержание агрегатов при сухом расसेве, %						
< 10 мм	30-50	> 40	10-20	30-70	.> 50	10-30
10-0,25 мм	20-60	< 40	60-80	30-70	< 40	70-80
Пористость агрегатов (5- 7 мм), %	36-40	< 38	42-44	35-40	< 36	40-42

Примечание: имеются в виду орошаемые черноземы обыкновенные и южные тяжелосуглинистые.

Регулирование водного режима орошаемых почв является одним из главных факторов сохранения их плодородия. Проектные оросительные нормы от 2,2 до 3,8 тыс. м³/га значительно превышают экологически допустимые, составляющие 1,3-2,7 тыс. м³/га.

В черноземной зоне необходимо сохранить потенциальное плодородие обусловленное генетическими свойствами почв, обеспечить такие условия, при которых не будет происходить смены почвообразовательных процессов.

Анализ физических свойств деградированных почв показал, что если деградационные изменения не превышают порога критических значений показателей структурного состояния почвы, то его восстановление возможно в течение вегетационного периода. Каждая почва имеет свой порог критических значений показателей физических свойств. Основными показателями

состояния почв являются: состав агрегатов, равновесная плотность сложения, водопроницаемость, которые отражают степень деградации почв. В черноземных почвах отношение установившейся скорости впитывания воды (V_{ecn}) к ее значению в первый час (V_1) закономерно растет с увеличением коэффициента устойчивости структуры к увлажнению ($K_y = V_2/V_1$, где V_2 - скорость во второй час).

39. Влияние водохозяйственных объектов и орошения на экологические типы взаимосвязи гидрогеохимических потоков геологического (ГК) и биологического (БК) круговоротов

Экологические типы взаимосвязи гидрогеохимических потоков между ГК и БК	Характеристика взаимосвязи гидрогеохимических потоков между ГК и БК	Влияние на гидрогеохимический режим ландшафтов и бассейнов	Влияние на почвообразование
Экологически благоприятный (близкий к естественному)	Сохраняется близкая к естественной ритмика гидрогеохимических потоков с отклонениями до 10% от 30-40 летних ритмов	Сохраняется близкой к естественной структуре и ритмике водно-солевых балансов	Почвообразовательные процессы сохраняются близкими к естественным, повышается плодородие и продуктивность орошаемых почв
Экологически допустимый	Вынос химических веществ и питательных элементов из БК в ГК в пределах 10-20% амплитуд естественных 30-40 летних ритмов, а также возможно сезонное поступление солей из ГК в БК	Сдвиг в структурах водно-солевых балансов в пределах 10-20% амплитуд 30-40 летних естественных ритмов	Возможны местные процессы деградации почв на площади до 10%
Экологически предельно допустимый (обратимый)	Нарушение природных связей между ГК и БК достигает 20-50% амплитуд 30-40 летних ритмов	Сдвиги в структурах водно-солевых балансов достигают 20-50% амплитуд 30-40 летних природных ритмов	Прогрессирующая деградация почв с охватом 10-50% почвенного покрова мелиорированных земель с распространением на прилегающие земли
Катастрофический (необратимый)	Интенсивный вынос веществ из БК в гидрогеохимические потоки ГК, превышающие 50% амплитуд 30-40 летних ритмов	Полное разбалансирование гидрогеохимических потоков при нарушениях структур водно-солевых балансов (более 50% амплитуд 30-40 летних ритмов)	Деградация более 50% почвенного покрова на орошаемых и прилегающих к ним землях

С увеличением плотности почв под действием внешнего давления снижается содержание пор аэрации, что приводит к уменьшению водопроницаемости и интенсивности воздухообмена.

Для обоснования допустимого значения плотности почвы в каждом конкретном случае необходимо учитывать влияние содержания пор аэрации ($n_{\text{аэр}}$) на воздухообмен почвы с атмосферой. Минимальные значения $n_{\text{аэр}}$ в черноземах составляют 15% от объема почвы, в почвах гумидной зоны - 8% в пахотном слое и 6% - в подпахотном.

Задача обоснования оптимальных глубин увлажнения орошаемых почв является в настоящее время одной из важнейших, поскольку завышение мощности зоны активного влагообмена приводит к преувеличению поливных норм и возрастанию потерь оросительной воды в зону аэрации. Решение этой задачи требует определения капиллярной проводимости для всех слоев почвы в пределах корнеобитаемой зоны.

40. Оценка состояния геосистем с учетом возможного экологического риска (в долях единицы)

Иерархический уровень геосистемы	Экологические риски	Величина приемлемого риска $R_{\text{прием}}$	Состояние геосистемы с учетом величин экологического риска		
			Экологически безопасное (устойчивое) $R < R_{\text{прием}}$	Экологически опасное (неустойчивое) $R \geq R_{\text{прием}}$	Экологически кризисное $R > R_{\text{прием}}$
Региональный	Риск площадного развития опасных экологических процессов	0,05	<0,05	0,05-0,2	>0,2
Локальный	Риск площадного развития подтопления	0,1	<0,1	0,1-0,3	>0,3
	Риск площадного развития процессов вторичного засоления	0,05	<0,05	0,05-0,25	> 0,25
	Риск площадного развития осолонцевания (слабоосолонцованных почв)	0,15	<0,15	0,15-0,30	>0,30
	Риск площадной деградации почв (по физическим свойствам и содержанию гумуса)	0,02	<0,02	0,02-0,20	>0,20

Минимальное (критическое) значение скорости капиллярного потока (V^*_k) должно быть больше или равно максимальной испаряемости (E^*_o), поскольку снабжение растений водой зависит не только от запасов воды, но и от скорости ее передвижения к поглощающей поверхности корневых систем растений. Значения V_k определяются содержанием капиллярных пор (n_k) и степенью заполнения их водой. Значения n_k максимальны в пылеватых разностях с максимальным содержанием частиц диаметром 0,01-0,05 мм. В слоистых почвах при существенных изменениях n_k по профилю капиллярная проводимость уменьшается. Имея зависимости $V_k(n_k)$, можно по динамике n_k контролировать процесс дезагрегации микроструктурного состояния почвы под влиянием инфильтрации.

4.4. Организация территории сельскохозяйственного предприятия

Размещение сельскохозяйственных объектов на территории хозяйства (сельскохозяйственных угодий; полей севооборотов, сенокосо-пастбищеоборотов, производственных участков; лесных насаждений, мелиоративных систем, участков и сооружений; полевых дорог и других коммуникаций) должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить регулирование поверхностного и грунтового стока; предотвращение водной и ветровой эрозии; переноса токсикантов и вредных организмов; улучшение фитосанитарной ситуации (участие птиц, полезных энтомофагов в регулировании численности вредителей) и условий опыления посевов, улучшение микроклимата. Решение этих задач связано с регулированием энергомассопереноса, которое осуществляется на основе изучения ландшафтных связей. В общем виде иерархия этих связей отражается почвенно-ландшафтной картой хозяйства, агроэкологическими характеристиками каждого ЭАА, включая сведения о принадлежности к той или иной категории геохимического ландшафта (элювиальные, трансэлювиальные, трансэлювиально-аккумулятивные, су-

пераквальные, трансупераквальные) и о геохимических барьерах. Уже само название агроэкологических групп земель часто определяет положение их в ландшафте: плакорные (элювиальные), эрозионные (транзитные), переувлажненные, засоленные (аккумулятивные). Агроэкологические типы земель отражают почвенно-ландшафтные связи внутри агроэкологической группы земель. На верхнем уровне ландшафтной иерархии устанавливается связь между агроэкологическими группами земель и местом их в геосистемах более высокого ранга в рамках природно-сельскохозяйственной провинции. Для этого используется классификация природных ландшафтов. В системе этой классификации агроэкологическая группа земель соответствует виду природного ландшафта или местности, а в крупных ландшафтах – урочищу или даже подурочищу. Чем сложнее ландшафты, тем важнее количественная идентификация вещественных потоков, в особенности оценка направленности и интенсивности геохимического стока – жидкого, твердого, ионного. Необходимо агроэкологическое нормирование поверхностного и грунтового стока по категориям ландшафтов и их элементам. В случае гидротехнических мелиораций ландшафтный подход соотнобразуется с бассейновым и определяет мелиоративную организацию территории.

В экологической литературе декларируются принципы функциональной поляризации и формирования экологического каркаса (сети экологических ниш и коридоров). К сожалению, этот принцип не разработан в современной агроэкологии в виде системы нормативов и конкретных рекомендаций.

В практике проектирования агроландшафтов важнейшим исходным требованием организации территории является поддержание поверхности почвы под эффективным растительным покровом или растительными остатками, защищающими ее от деградации. Эта задача решается в последовательности:

- рациональное сочетание угодий (соотношение пашни, естественных и улучшенных кормовых угодий, леса, охраняемых территорий, рекреаций, во-

доемов и др);

- создание оптимальной инфраструктуры пахотных угодий (оптимальное сочетание полевых, кормовых и других севооборотов, сенокосопастбищеоборотов, рациональное размещение полей и производственных участков, их размеры и конфигурация, размещение защитных лесонасаждений, ирригационных сооружений);
- оптимизация агротехнологий (создание оптимальных агроценозов, повышение роли мульчирующих обработок почвы, создание микрозаказников).

Все эти задачи решают на основе ландшафтно-экологической классификации земель и соответственно ГИС их агроэкологической оценки. В разных природных зонах эта работа имеет свои особенности

В северной тайге земледелие имеет очаговый характер. Участки пашни выделяют на лучших землях с таким расчетом, чтобы они находились под защитой леса от водной эрозии и неблагоприятного воздействия ветров, чтобы обеспечивать накопление снега. Последнее важно для предотвращения глубокого промерзания почвы.

В среднетаежной подзоне земледелие носит локальный характер с более крупными земельными участками и большей частотой. Участки «вырезают» в лесных массивах преимущественно на южных склонах так, чтобы ширина их была меньше длины эрозионного разбега.

В южно-таежной части подзоны распаханность территории резко возрастает. Соответственно, защитное влияние леса уменьшается. При оптимальной специализации сельскохозяйственного производства (с приоритетом животноводства) рекомендуемая организация территории достигается путем чередования пашни и луго-пастбищных угодий, доля которых довольно велика. Кроме того, более 20% севооборотной площади занимают многолетние травы.

В лесостепи площадь лесов значительно меньше площади пашни. Здесь интенсивно развиваются эрозионные процессы. Их предотвращение в значительной степени связано с восстановлением лесов в эрозионных ландшафтах

и с созданием водорегулирующих лесных полос. Целесообразно исключение из пашни маргинальных земель (эродированных, солонцовых и др), трансформация их в сенокосно-пастбищные угодья. Необходимо залужение ложбин сирка и других очагов эрозии.

В степной зоне природоохранная проблема связана прежде всего с предотвращением ветровой эрозии. Она решается главным образом с помощью плоскорезной обработки почвы с оставлением на поверхности пожнивных остатков. Тем не менее важную роль играют полосное размещение культур и чистого пара, особенно на легких по гранулометрическому составу почвах, кулисные пары. Эти меры имеют значение и для предотвращения водной эрозии, которая проявляется здесь в меньшей степени, чем ветровая. В данной зоне особое внимание уделяется полезащитному лесоразведению. Целесообразно восстановление лесов там, где они были ранее сведены. Большая работа предстоит по упорядочению структуры пашни путем вывода из активного оборота солонцовых земель с преобладанием солонцов в комплексах и трансформации их в пастбища или консервации. В полевой инфраструктуре должна возрасти роль многолетних трав в условиях проявления ветровой и водной эрозии. Размеры полей и луго-пастбищных участков, их конфигурация, расположение, относительно друг друга должны быть оптимизированы в соответствии с ландшафтно-экологической классификацией земель.

В сухостепной зоне организация территории имеет особое значение для предупреждения опустынивания, получившего широкое распространение. Здесь прежде всего необходимо определить соотношение пашни и пастбищных угодий. Производство зерна в экологическом аспекте осложняется увеличивающейся долей чистого пара, необходимого для возделывания зерновых культур. В паровых полях развиваются процессы ветровой эрозии, деградации. С производством зерна в этой зоне конкурирует скотоводство и особенно овцеводство, приоритет которого усиливается к полупустынной зоне. Пашня должна занимать здесь лучшие массивы земель, разделенные

культурными и естественными пастбищами. В инфраструктуре пашни в качестве защитных элементов следует использовать насаждения из кустарников, засухоустойчивых древесных пород, кулис из высокостебельных многолетних трав (чий, волосянец песчаный и др).

В полупустынной зоне земледелие имеет локальный характер, в пустыне – оазисный. В качестве замечательного примера организации локального земледелия можно провести известный эксперимент, организованный под руководством А.А. Роде (1971) в Прикаспийской полупустыне на Джанибекском стационаре АН СССР. Участки пахотных земель здесь приурочены к подам с лугово-каштановыми почвами на общем солонцовом фоне. Они обсажены лесополосами из вяза мелколистного, которые задерживают снег, способствуя влагонакоплению и улучшению водно-солевого режима, тем самым обеспечивая высокие урожаи полевых культур. Этот пример конструирования агроландшафта не менее уникален, чем классический эксперимент В.В. Докучаева в Каменной степи.

Во всех природных зонах нужны охраняемые территории: заповедники, заказники, национальные и природные парки. Особая проблема – упорядочение гидрографической сети: создание водоемов, восстановление малых рек, регулирование стока и водопользования. Специальная проблема – мелиоративная организация территории как исходное условие рационального размещения мелиоративных мероприятий в рамках водосборного бассейна и предотвращения подтопления, заболачивания, засоления почв.

Важные аспекты организации территории – благоустройство (рекультивация земель, недопущение антропогенных пустошей, свалок, различных источников загрязнения и т.п.); рациональное размещение различных сооружений (вписывание в ландшафт), рекреации, эстетическая привлекательность.

В эрозионных ландшафтах первоочередная задача оптимизации земледелия связывается с противоэрозионной организацией территории.

Эта задача в той или иной мере касается всех групп земель, поскольку

процессы эрозии развиваются уже при крутизне $1,5^\circ$, особенно на длинных склонах, что должно учитываться при установлении размеров и формы полей. С усложнением рельефа организация территории становится определяющим условием в формировании систем земледелия. Каждое поле должно быть вписано в природно-территориальный комплекс, идентифицированный в рамках водосборного бассейна. С этой целью для различных категорий ландшафтов должны применяться дифференцированные способы проектирования линейных рубежей.

В зависимости от предполагаемой интенсивности регулирования поверхностного стока (полного или частичного его задержания) и условий ландшафта используются следующие типы противоэрозионной организации территории: контурная (включая прямолинейную, прямолинейно-контурную, контурно-параллельную и собственно контурную), контурно-полосная, контурно-мелиоративная.

Прямолинейное размещение продольных границ возможно в пределах приводораздельного (плакорного) ландшафта.

Прямолинейно-контурное размещение границ целесообразно на склонах крутизной до $3-5^\circ$. При этом в местах «перелома» прямых участков границ вписываются круговые кривые таких радиусов, которые позволяют «уложить» границу близко к изменению горизонтали. Минимальный радиус кривых - 60 м. Расстояние между продольными границами зависит от крутизны склона, почвенного покрова, степени защищенности растительностью, лесополосами и другими мероприятиями.

Контурно-параллельный способ проектирования линейных рубежей целесообразен на склонах $5-7^\circ$. При таком значительно более трудоемком проектировании обеспечивается достаточно близкое к горизонталям расположение продольных границ полей и в то же время исключается образование клиньев. Таким образом достаточно полно учитываются условия рельефа и обеспечивается высокопроизводительное использование машинно-тракторных агрегатов.

Собственно контурное размещение границ полей в строгом соответствии с направлением горизонталей может обеспечить наилучшие условия по задержанию стока и уменьшению смыва почвы, но сильно осложняет условия механизации технологических процессов, поскольку из-за резкого изменения расстояния между горизонталями при обработке образуются клинья самой разнообразной формы.

Контурная организация территории во всех ее вариантах может дополняться полосным размещением культур. Тогда она будет иметь название *контурно-полосной*.

Контурно-мелиоративную организацию территории проектируют в условиях высокой эрозионной опасности, если агротехническими приемами на фоне контурной организации территории не удастся предотвратить эрозию. В этом случае предусматривается создание системы гидротехнических сооружений для задержания и безопасного отвода избыточного стока. В основе контурно-мелиоративной организации территории лежит единая водорегулирующая сеть линейных рубежей, строго увязанных с рельефом местности.

4.5. Проектирование микрозаказников

Помимо агротехнологических решений в проектах АЛЗ предусматривают специальные природоохранные мероприятия, в частности организация особо охраняемых территорий и объектов: охранных и санитарных зон, заповедников, заказников, мест обитаний редких видов растений и животных. При этом особое значение как природоохранное так и агрономическое имеет создание микроразмерных объектов охраны (МРОО) птиц, шмелей, пчел, полезных энтомофагов. В процессе выделения конкретных МРОО необходимо стремиться к максимальной мозаичности, сопряжению контрастных открытых (степных, луговых) и закрытых (лесных) ландшафтов, между которыми возникают краевые, опушечные экосистемы и экотонные эффекты. Чем выше мозаичность, контрастность, тем больше экологических ниш для охраняемых

объектов. При организации орнитологических МРОО важное значение имеет признание полезности всех видов птиц в агроландшафте. На первый взгляд бесполезные и даже вредные виды пользы приносят значительно больше чем вреда.

Целесообразно рекомендовать максимально возможное снижение «факторов беспокойства», особенно, в периоды гнездования и выведения потомства. В это время с апреля по август должны быть запрещены даже рубки ухода за лесом. В пределах каждого хозяйства необходима регулярная всесезонная работа по сохранению естественных и созданию искусственных укрытий для птиц в осеннюю непогоду, в зимние морозы.

В качестве мер по искусственному привлечению птиц в МРОО и агроландшафты в целом следует рекомендовать охрану естественных и создание различных вариантов и конструкционных типов дуплянок, синичников, скворечников, забетонированных с одной стороны асбестовых труб и т.д. Крупные хищные птицы для гнездования выбирают наиболее высокие и крупные деревья с хорошо сформированными кронами. Именно такие фрагменты леса подходят для создания МРОО для этих птиц.

Для привлечения хищников на поля следует устанавливать спецплатформы для отдыха птиц в процессе охоты. Крупный хищник - луговой лунь гнездится в некосимых фрагментах луговой поймы с куртинками низких кустарников. Существенное значение имеет насыщение агроландшафтов (особенно лесных полос и лесокультурных ландшафтов) плодово-ягодными деревьями и кустарниками. При хорошем урожае они могут служить хорошим подспорьем для кормежки птиц, как в летний, так и в зимний сезон, во время прилета птиц - северян, выполняющих не менее полезные функции в садах, питомниках, лесных полосах и лесах. Необходимо рекомендовать применение щадящих методов кошения на полях и лугах, что важно для сохранения молодняка птиц, так и для других животных.

В структуре агроландшафта целесообразно создание максимально возможного количества "скворечных городков" в местах летних стоянок круп-

ного рогатого скота, в местах выпаса и вдоль скотопрогонных троп. Необходимо осуществлять строжайший контроль за рациональным применением пестицидов. Пораженные инсектицидами насекомые, употребленные в пищу птицами, приводят к их гибели.

Стабильно высокая численность птиц будет поддерживаться в тех МРОО, где существенно ограничен или полностью запрещен выпас скота, применяется нерегулярное (раз в 2-3 года) или "шахматное" кошение травостоя, т.е. чередование выкашиваемых и некосимых участков.

Во многих хозяйствах ощущается дефицит водных ландшафтов, вносящих существенное оживление в агроландшафт и способствующих повышению разнообразия птиц. В таких хозяйствах целесообразно создание элементарных копанных микропрудков и микроозерков. Их сооружение возможно за счет микровыемок глубиной 2-3 м в днищах не распахиваемых ложбин стока, западинах со значительными водосборами, в днищах балок и суходолов. При этом необходимо общее озеленение зоны водоема. Даже временное функционирование таких микроводоемов благоприятно скажется не только на численности птиц, но и других водных и околоводных животных.

Не менее важна задача повсеместного создания энтомологических микрозаказников, в особенности шмелей и пчел опылителей. Одиночные пчелы и шмели в настоящее время численно сокращаются под влиянием ряда антропогенных факторов и уже сейчас не обеспечивают опыление семенных посевов ряда культур. Так, например, для полного опыления люцерны требуется около 10-15 тысяч особей опылителей, а в условиях ЦЧЗ их общее количество по годам колеблется от 300 до 2000 штук/га. Одна из причин низких урожаев семян – недоопыление образующихся цветков многих энтомофильных культур. Особенно страдает семенная люцерна, которая в основном опыляется дикими пчелами.

Микрозаказник - это первичный очаг для сохранения и увеличения численности диких пчелиных семей и шмелей. Необходимо, чтобы численность опылителей была под контролем человека. Опыление пчелами должно

стать обязательным элементом в технологии энтомофильных культур, особенно люцерны.

Многие опылители (андрены, эвцеры, галикты, мелитты, рофиты и др.) строят свои гнезда в уплотненной почве, хорошо прогреваемой солнцем, слабо заросшей травой или совсем обнаженной, предпочитая участки вдоль опушек леса, лесополос, склонов, оврагов с цветущей растительностью. Поэтому под микрозаказники следует отводить пологие склоны балок южных экспозиций, опушки древесных насаждений, обрывистые откосы оврагов, склоны гидрографической сети искусственного и естественного происхождения, склоны холмов, полосы отчуждения вдоль дорог.

Каждое насекомое строит здесь гнезда на глубине 20-25 см. Дочерние проявляются рядом с материнскими. В условиях хорошей обеспеченности цветущей растительностью и сохранности гнездовий постепенно образуются большие колонии гнезд. Стеблевые пчелы (антидии, осмии, мегахиллы и другие) устраивают гнезда в старых ветвях деревьев и кустарников, высверливая сердцевину. Некоторые из этих пчел, как, например, мегафиллы, хорошо поддаются искусственному разведению.

Сохранение и увеличение численности диких опылителей должно решаться вместе с вопросами рационального землепользования и реконструкции ландшафта; при этом, например, для лучшего расселения пчел во вновь создаваемых лесных полосах необходимо подбирать состав растений с непрерывным и длительным цветением (шиповник, белая и желтая акация, боярышник и др.). Такая лесная полоса может стать в дальнейшем микрозаказником. Семенники люцерны, клевера, эспарцета и других культур лучше располагать по периметру полезащитных лесополос шириной до 100-150 м.

Большие перспективы для создания микрозаказников имеет закрепление склонов, оврагов и балок с лесными насаждениями. Количество пчелиных семей на микрозаказниках можно увеличить за счет улучшения условий их обитания - создания открытых уплотненных площадок, запрета выпаса и прогонов скота. На таких участках следует запрещать выжигать сухую расти-

тельность. Для сохранения пчелиных гнезд не следует распахивать полевые дороги около лесных полос.

Все типы лесных насаждений, сады, овражно-балочная сеть, естественные участки с системой защитных лесных насаждений должны равномерно располагаться на территории хозяйства, чтобы составить единую эколого-ландшафтную систему.

В опылении клевера особую роль играют шмели. В естественных условиях шмелевые колонии чаще всего находятся на лесных полянах и опушках, у старых канав, на склонах балок и насыпей. Участки с местообитанием шмелей загораживают, на них не допускается выпас скота, применение ядохимикатов, скашивание трав и т.д. Вблизи таких естественных шмелевников на прилегающих пахотных землях возделывают клевер на семена. Шмелиная семья средней производительности, находящаяся среди обильно цветущего клеверного поля, наиболее интенсивно обрабатывает участок в радиусе 40-50 м, т.е. площадью 0,5-0,7 га. Зная число шмелиных семей и их расположение, можно определить размер опыляемой площади.

Однако не всегда бывает удачным естественное размещение шмелевников относительно севооборотов. Возникает необходимость создания искусственных гнездовий. С этой целью делаются подземные гнезда в виде деревянных ящиков-ульев.

Ульи закладывают на участке группами, по 3-10 штук, лучше "линиями", но не ближе чем 2-2,5 м друг от друга, по возможности дальше от муравейных (пусть даже небольших) гнезд. Часть ульев можно установить полуподземно с учетом особенностей микрорельефа.

Наряду с основными природными опылителями клевера - шмелями шмелепитомники, где охраняется весь растительный и животный комплекс, концентрируют и другую разнообразную полезную мезофауну и флору. Участок обносят легкой прочной оградой по типу культурных пастбищ. Размер площади одного микрозаказника может быть в пределах 1-3 га.

4.6. Особенности проектирования АЛСЗ для земель различных агроэкологических групп в зональном и провинциальном аспектах

4.6.1. Особенности использования плакорных земель

Таежно-лесная зона. Плакорные земли этой зоны представлены преимущественно дерново-подзолистыми почвами, развитыми на дренированных равнинах. Автоморфные элементарные почвенные структуры (ЭПС) приурочены к слабовыпуклым водораздельным поверхностям, пологим участкам склонов с глубокозалегающими грунтовыми водами. Они представлены в основном пятнистостями автоморфных почв разной степени оподзоленности и мощности гумусового горизонта. На равнинах с двучленными почвообразующими породами развиваются ташеты. Их компоненты различаются глубиной залегания подстилающей породы.

На равнинах с двучленными почвообразующими породами развиваются ташеты. Их компоненты различаются глубиной залегания подстилающей породы. Ее влияние проявляется при глубине залегания 1,5-2,0 м. Контрастность возрастает в ряду: покровный суглинок на глинистой морене – покровный суглинок на песках – пески на глинистой морене. Наиболее сложная картина наблюдается в последнем случае. В агрономическом отношении наиболее благоприятно расположение водоупора на глубине около 1 м. При большей глубине ухудшаются условия влагообеспеченности, при глубине залегания водоупора выше 0,5 м проявляется переувлажнение. При выходе участков морены на поверхность развиваются мозаики.

Дерново-подзолистые почвы различаются по степени окультуренности: освоенные, окультуренные и культурные.

Освоенные дерново-подзолистые суглинистые почвы характеризуются небольшой мощностью пахотного слоя (15-20 см), низким содержанием гумуса (1,5-2,5%), кислой реакцией (рН 4,3-4,7), высокой гидролитической

кислотностью (более 5 мг-экв/100г), низкой обеспеченностью подвижными элементами питания.

Окультуренные дерново-подзолистые суглинистые почвы отличаются от первых большей мощностью пахотного слоя (20-25 см), более высоким содержанием гумуса (2,0-3,5%), слабокислой реакцией (5,0-5,5), средней обеспеченностью подвижными элементами питания.

Культурные дерново-подзолистые почвы имеют мощность пахотного слоя 25-30 см с содержанием гумуса 3-5%, pH 5,5-6,5. Обеспеченность подвижными элементами питания – средняя и высокая.

Дерново-подзолистые почвы на супесчаных и песчаных отложениях делят на освоенные и окультуренные, и они имеют более низкие показатели по сравнению с суглинистыми аналогами.

Наряду с дерново-подзолистыми почвами в группу плакорных земель входят дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные почвы, формирующиеся на карбонатных породах. Доля их невелика, но они отличаются высоким плодородием как окультуренные и культурные дерново-подзолистые почвы.

Особое положение в южно-таежно-лесной зоне занимают почвы ополей, которые называют серыми лесными. Они расположены на пологоволнистых равнинах, сложенных слабокарбонатными лессовидными суглинками. Эти почвы являются лучшими в таежно-лесной зоне, так же как и дерново-карбонатные выщелоченные почвы. Они вовлечены в сельскохозяйственный оборот более тысячи лет назад и представляют наиболее древние очаги земледельческой культуры Руси. В земледелии ополей ведущее место занимали зерновые хлеба, в первую очередь пшеница, а также рожь и овес. Здесь возделывали картофель, гречиху, коноплю, хмель, овощи, вели довольно интенсивное садоводство.

Основное направление сельского хозяйства таежно-лесной зоны - животноводство, в особенности производство молока и мяса крупного рогатого скота. Соответственно земледелие в значительной мере ориентировано на

производство кормов. Даная специализация позволяет формировать севообороты с оптимальным соотношением зерновых, технических и кормовых культур, в том числе многолетних трав, и достигать, как выше было показано, высоких степеней биологизации.

Набор полевых культур здесь ограничен недостаточной теплообеспеченностью, усиливающейся к северу и востоку зоны. Тем не менее в южно-таежно-лесной подзоне возможны высокие урожаи зерновых (4-5 т/га и более), озимой пшеницы, озимой ржи, ярового ячменя, овса. Новейшие сорта озимых пшениц селекции Б.И. Сандухадзе (Московская 39 и др) позволяют получать не только высокие урожаи (6-7 т/га и более), но и хорошее качество зерна. Высокие урожаи дают горох, вика, люпин, яровой рапс, картофель, кормовые корнеплоды. На дерново-подзолистых почвах зоны создаются наиболее благоприятные условия возделывания льна на волокно.

Учитывая сложность почвенного покрова и неблагоприятные свойства дерново-подзолистых почв, выращивать их без мелиорантов и удобрений нецелесообразно. Возделывание полевых культур следует практиковать на окультуренных и культурных дерново-подзолистых почвах. Необходимо, чтобы полнота окультуривания соотносилась с планируемой урожайностью и содержанием технологического комплекса, чтобы избежать непроизводительных затрат. При планировании интенсивных и высокоинтенсивных агротехнологий важно учитывать окультуренность не только пахотного слоя, но и подпахотного. Участки земель, планируемые под интенсивные агротехнологии, должны быть представлены неконтрастными почвенными структурами.

В северных районах таежно-лесной зоны земледелие носит локальный характер, сопряженный с выбором наиболее пригодных участков подзолистых почв и их интенсивным окультуриванием.

Наименее затратно и наиболее эффективно земледелие на серых лесных почвах ополей, которые изначально считались житницей Нечерноземья.

Многовековое, часто нерациональное использование этих земель привело к существенной их деградации, тем не менее они располагают довольно большим производственным потенциалом. На плакорных землях эффективно возделывание озимой пшеницы в 5-6 – полевых зерно-траво-пропашных и зерно-травяных полевых севооборотах с широким набором культур, таких как ячмень, горох, картофель, кукуруза на силос, кормовые корнеплоды, лен.

Лесостепная зона. Плакорные земли лесостепной зоны представлены серыми лесными почвами, черноземами оподзоленными, черноземами выщелоченными и черноземами типичными, занимающими водораздельные поверхности, пологие участки склонов (до 1-2°) со слабо выраженным микро-рельефом и глубокими грунтовыми водами.

Серые лесные почвы представляют переходную категорию от дерново-подзолистых к черноземам. Светло-серые лесные почвы близки по своим агрономическим свойствам к дерново-подзолистым. Их использование, как и дерново-подзолистых почв, связано с окультуриванием.

Серые и темно-серые почвы существенно отличаются богатством и высокой продуктивностью. Важное их достоинство – оптимальная влагообеспеченность, недостаток – ограниченная теплообеспеченность. Структура почвенного покрова плакоров представлена преимущественно пятнистостями серых лесных почв с разной мощностью гумусового горизонта, разной степенью оподзоленности, со вторым гумусовым горизонтом; ташетами серых лесных и серых лесных остаточно-карбонатных почв. Довольно высокое потенциальное плодородие серых лесных и темно-серых почв реализуется в большой мере в зависимости от теплообеспеченности. В относительно благоприятных гидротермических условиях европейской части страны на этих почвах весьма эффективно возделывание многих высокоценных и требовательных к почвенным условиям культур: озимой и яровой пшеницы, сахарной свеклы, картофеля, льна, гречихи и многих других. Здесь весьма эффективно садоводство. В восточных районах высокие результаты дает возделывание яровых зерновых, озимой ржи, гороха и др. Имеются перспективы ши-

рокого применения наукоемких агротехнологий с интенсивным использованием агрохимических средств. При этом интенсификация земледелия должна быть сопряжена с его биологизацией, в частности с травосеянием, сидерацией, повышением доли бобовых культур в севооборотах и соответственно с обогащением почвы биологическим азотом. Целесообразно расширение посевов гороха. Высокая урожайность гороха сочетается с хорошими его качествами как предшественника для озимой пшеницы, урожайность которой может достигать здесь 7 т/га и более. При интенсивном возделывании сахарной свеклы на темно-серых лесных почвах Средне-Русской провинции после озимой пшеницы опытные товаропроизводители достигают урожайности ее 5 – 7 т/га и более.

Повышение доли пропашных культур в севооборотах должно сопровождаться поддержанием оптимального режима органического вещества путем использования промежуточных, сидеральных культур, внесения навоза, травосеяния. Существенную роль в структуре пашни играют многолетние травы, способствующие оптимизации водного, питательного режимов и улучшению почвенной структуры.

С учетом структуры посевных площадей определяют дозы органических удобрений. В севооборотах с 50% зерновых, 20% многолетних трав, 10% пропашных культур и 20% кормовых рекомендуют вносить 8-10 т/га навоза. При 50%-ной насыщенности севооборотов пропашными необходимо вносить ежегодно 15 т/га навоза.

Обязательный прием – поддерживающее известкование во избежание повышения кислотности почв в результате применения физиологически кислых удобрений. Перспектива совершенствования систем обработки почвы здесь связана с сокращением ее частоты и глубины, особенно под зерновые культуры. Возможности минимизации почвообработки зависят от окультуренности, величины равновесной плотности пахотного слоя. Сдерживающим фактором минимизации обработки почвы является наличие плужной подошвы, т.е. чрезмерного уплотнения подпахотного горизонта. Во избежание пе-

реуплотнения почв наряду с минимизацией почвообработки не следует применять тяжелую технику. На склонах целесообразно периодическое глубокое рыхление (на 27-30 см), особенно при уплотнении подпахотного горизонта.

Наиболее богатыми почвами страны и мира являются лесостепные черноземы, особенно типичные. Богатство их совпадает с благоприятными агроклиматическими условиями, уравновешенностью гидротермического режима, в особенности сбалансированностью осадков и испаряемости ($KY=1$).

Почвенный покров черноземной части лесостепной зоны характеризуются наименьшей сложностью и контрастностью по сравнению со всеми другими зонами. Среди мезокомбинаций преобладают вариации. В северной части это вариации оподзоленных черноземов с темно-серыми лесными и лугово-черноземными почвами, в южной – вариации типичных и выщелоченных черноземов, лугово-черноземных почв, их осолоделых родов.

Микрокомбинации представлены пятнистостями черноземов различной мощности. В условиях суффозионного микрорельефа по мелким микропонижениям формируются лугово-черноземные почвы, по более глубоким - черноземно-луговые. Поля с такими пятнистостями и комплексами не лучшие для возделывания озимой пшеницы. В условиях тяжелого гранулометрического состава происходит ее выпадение по микропонижениям.

В провинциальном аспекте по уровню производственного потенциала выделяется район северного Кавказа, где в структуре посевных площадей велика доля наиболее требовательных технических культур (подсолнечник, соя, клевер, рапс, сахарная свекла, картофель, корейский анис). Их доля в Ставропольском крае и Ростовской области составляет 8-10%, а в Краснодарском крае достигает 15-30% пашни. Здесь наиболее благоприятные условия для возделывания кукурузы на зерно и производства озимой пшеницы. По потенциалу продуктивности этих и многих других культур данный регион относится к числу наиболее благополучных в мире.

Заметно уступает ему Центрально-Черноземный район, тем не менее и

он характеризуется большим разнообразием возделываемых полевых культур, в том числе зерновых озимых (пшеница, рожь, тритикале), зерновых яровых (пшеница, ячмень, овес, просо, гречиха, кукуруза), зерновых бобовых (горох, чечевица, фасоль, чина, нут), технических (сахарная свекла, подсолнечник, соя, яровой рапс, картофель), многолетних трав (люцерна, эспарцет, клевер, кострец безостый, житняк, овсяница луговая и др.), однолетних трав (вика яровая и озимая, суданская трава и др.). В ЦЧР возделывается большая часть сахарной свеклы, значительная доля озимой пшеницы.

К востоку, в Среднем и Нижнем Поволжье в связи с усилением засушливости и континентальности климата набор культур сокращается. Усиливаются риски возделывания озимой пшеницы, возрастает доля яровой пшеницы в структуре посевных площадей. Восточная граница возделывания озимой пшеницы проходит по Южному Уралу.

В Сибири ассортимент культур еще более сокращается. В структуре посевов преобладают яровые зерновые культуры (60% и более), из которых большая доля приходится на яровую пшеницу. Кормовые культуры, включая многолетние травы, занимают 20-25%, доля чистого пара – 12-17% пашни.

Благодаря благоприятным агрофизическим свойствам большинства почв плакоров, в лесостепной зоне имеются большие возможности минимизации обработки почвы, особенно под зерновые культуры. При этом необходимо учитывать плотность и структурное состояние пахотного и подпахотного горизонтов. На почвах с уплотненными переходными горизонтами целесообразно периодическое чизелевание или рыхление стойками СибИМЭ для улучшения водопроницаемости и более глубокого проникновения влаги. Это важно также для уменьшения поверхностного стока, который развивается на пологих склонах плакоров при большой их длине.

На плакорах лесостепной зоны имеются максимальные возможности применения наукоемких интенсивных и высокоинтенсивных агротехнологий. Они должны прийти на смену истощительным экстенсивным агротехнологиям.

Экстенсивное возделывание подсолнечника и кукурузы, так же как и сахарной свеклы, вообще не целесообразно вследствие низкой урожайности и плохого их влияния на последующие культуры в севообороте в качестве предшественников из-за повышенной засоренности. Производство подсолнечника, например, вследствие создаваемых им неблагоприятных фитосанитарных условий, следует планировать не столько за счет площади посева, сколько за счет повышения урожайности с применением гибридов и интенсивных агротехнологий.

Степень интенсификации агротехнологий на плакорных землях максимальна, поскольку ограничивается минимальными рисками. Но необходимым условием является поддержание в почве оптимального количества лабильного органического вещества во избежание выпаживания. Если это не обеспечивается поступлением растительных остатков культур в севообороте, планируют применение органических удобрений.

Степная зона. Плакорные земли степной зоны представлены черноземами обыкновенными, черноземами южными, темно-каштановыми и каштановыми почвами.

Продуктивность этих земель ограничена недостаточной влагообеспеченностью. Достаточная и высокая теплообеспеченность способствует повышению качества продукции, в частности, увеличению сахаристости свеклы, повышению содержания клейковины в пшенице и улучшению ее физических свойств.

К востоку степной зоны заметно ухудшаются условия увлажнения. Проявление засух смещается на более поздний период. В Зауралье, Западной Сибири отчетливо проявляется июньская засуха, а в июле отмечается летний максимум осадков. В этих условиях практикуют так называемые оптимально поздние сроки посева яровых культур с таким расчетом, чтобы период максимального роста растений приходился на июльский максимум осадков и чтобы созревание завершилось до наступления холодов. При этом допосевной период используют для уничтожения сорняков предпосевными обработ-

ками. Чтобы обеспечить нормальные всходы, кущение и развитие вторичных корней пшеницы, необходим соответствующий запас влаги в почве. При этом особое значение приобретает чистый пар. В отличие от лесостепной зоны, особенно северной ее части, здесь запас влаги по чистому пару значительно выше, чем по всем другим предшественникам в севооборотах. На обыкновенных черноземах, тем более южных, чистый пар является необходимым условием производства зерна.

Исключительно важную роль в данном отношении играет снегозадержание с помощью кулис из высокостебельных растений. Наиболее широкое распространение получили двух- и трехстрочные кулисы из горчицы, высеваемые через 12 м. С их помощью дополнительное накопление влаги составляет 40-50 мм. Уменьшение испарения с поверхности почвы в определенной мере достигается оставлением измельченной соломы в качестве мульчи, заменой механических обработок почвы гербицидными. В других полях севооборотов накопление снега достигается благодаря сохранению стерни при плоскорезной обработке и нарезке снежных валиков снегопахами.

Важное значение с точки зрения регулирования водного и ветрового режимов имеют лесные насаждения. Они способствуют накоплению и равномерному распределению снега на полях, постепенному его таянию весной и полному впитыванию талых вод в почву. Они уменьшают силу ветров и тем самым сокращают губительное действие суховеев и развитие ветровой эрозии. При этом очень важно обеспечить равномерное снегоотложение на полях с помощью ажурных и продуваемых конструкций лесополос и регулярного ухода за ними, без которого они зарастают, становятся непродуваемыми и накапливают сугробы снега.

Оптимизация водного режима черноземов при возделывании сельскохозяйственных культур, особенно овощных, не всегда достигается агротехническими приемами в связи с проявлением засух, усиливающихся к югу степной зоны. Соответственно возрастает роль орошения в обеспечении устойчивости земледелия, особенно при использовании современных наукоемких агротехнологий. В мировой и отечественной практике имеется солид-

ный опыт так называемого правильного орошения, при котором улучшаются почвенные режимы и создаются условия для получения высоких и устойчивых урожаев в течение многих лет. Однако не менее широко известны и негативные последствия орошения. Они характерны для устаревших технологий орошения и реже проявляются на современных технически оснащенных системах.

Набор полевых культур в этой зоне сокращается за счет влаголюбивых и возрастает за счет засухоустойчивых культур таких как просо, суданская трава, нут и др. важное значение имеет озимая пшеница. Как и в лесостепной зоне наиболее благоприятные условия возделывания этой культуры на Кубани и других районах Кавказа. Здесь она активно вегетирует уже ранней весной, когда в Поволжье еще лежит снег. Благоприятно складывается созревание зерна с нарастанием температур в первом случае и часто эта фаза попадает под засухи во втором. Восточная «граница» возделывания озимой пшеницы проходит по Уралу. В Зауралье и Западной Сибири нередко предпринимаются попытки ее возделывания. По чистым кулисным парам она перезимовывает благодаря накоплению снега, но часто попадает под сильные весенние заморозки.

В восточных провинциях степной зоны «главенствует» яровая пшеница, которая дает здесь лучшее качество зерна с высоким содержанием белка и с хорошими характеристиками клейковины. Однако вследствие низкой влагообеспеченности необходимым условием получения устойчивых урожаев пшеницы является возделывание ее преимущественно по пару. Соответственно оптимальными севооборотами для темно-каштановой подзоны являются 3-х – 4-х польные зернопаровые, на каштановых почвах 2-х – 3-х польные. Важное место после пшеницы в этих севооборотах занимает ячмень, затем другие перечисленные выше культуры.

На юге зоны на переходе к полупустыне производство зерна конкурирует с овцеводством, мясным скотоводством. Непременное условие земледелия в сухостепной зоне - всемерное накопление и сбережение влаги, особенно

с помощью снегозадержания, оставления высокой стерни, организации кулис из высокостебельных растений, применения снегопахов. Создание защитных лесных полос сопряжено здесь с подбором засухоустойчивых лесных культур.

Система обработки почвы в севооборотах преимущественно плоскорезная. Дальнейшее ее совершенствование связано с минимизацией и переходом к прямому посеву при благоприятных агроэкологических и хозяйственных условиях. Это соответствует задачам сохранения влаги и предотвращения ветровой эрозии, которая здесь представляет большую опасность.

В системе удобрения особая роль принадлежит фосфорным удобрениям. Их применение под первую культуру после пара совершенно необходимо для более полного использования минерального азота и влаги, накопленных в паровом поле. Во всех полях важное значение имеет применение рядкового (припосевного) внесения фосфорных удобрений, имеющих стартовое значение, особенно для развития вторичной корневой системы пшеницы и ячменя.

4.6.2. Проектирование АЛСЗ на эрозионно-опасных землях

Ввиду стохастической природы водной эрозии, основным методическим подходом при количественном обосновании элементов системы земледелия в эрозионных ландшафтах является вероятностный, позволяющий проектировать агротехнические мероприятия, лесо- и гидротехническую мелиорацию с определённой степенью надёжности, рассчитанной на худший случай совпадения факторов эрозии.

К особенностям проектирования относятся решение следующих вопросов:

- оценка эрозионной опасности агроландшафтов по комплексу показателей;
- оптимизация водного режима эрозионноопасных агроландшафтов;
- расчет доз органических и минеральных удобрений для окультуривания эродированных почв и повышения их противозерозионной стойкости;

- вероятностная оценка стокорегулирующей и противоэрозионной эффективности агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий;

- выбор оптимального комплекса противоэрозионных мероприятий;

- создание эрозионно-устойчивых агроландшафтов, в которых потери почв не должны превышать допустимые, а сток талых и ливневых вод должен находиться в пределах допустимых значений;

В процессе проектирования противоэрозионной системы земледелия выделяют массивы земель, идентичных по степени смытости почв и интенсивности эрозии на карте землепользования М 1:5 000 с сечением горизонталей через 1 м для отдельных форм склонов: прямых, вогнутых, выпуклых, сложных (сочетание форм профилей). В результате устанавливаются участки, на которых величина суммарного (весеннего и ливневого) смыва почв не превышает допустимые значения интенсивности эрозии, вычисленные по формуле (Общесоюзная инструкция, 1973), соответствующие пяти категориям эрозионности.

I категория - пахотные земли интенсивного использования на приводораздельных участках, как правило, несмытые с потенциальным (среднепогодным) смывом менее 3 т/га.

II категория - земли интенсивного использования с преобладанием слабосмытых почв с потенциальным смывом 3,1 – 7 т/га (слабоэрозионные).

III категория - земли умеренного использования с преобладанием среднесмытых почв с потенциальной интенсивностью эрозии 7,1-15 т/га (среднеэрозионные)

IV категория - земли ограниченного использования, где распространены, в основном, сильносмытые почвы со среднепогодным смывом 15,1-25 т/га (сильноэрозионные)

V категория - чрезвычайно эрозионноопасные с потенциальным смывом более 25 т/га.

Особое внимание следует уделять выделению групп склонов, сходных

по микроклимату (приходу ФАР, снегоотложению, интенсивности снеготаяния, промерзанию-оттаиванию почвы, тепло- и влагообеспеченности, ветровому режиму, условиям перезимовки растений) и почвенным условиям (строению почвенного профиля, гранулометрическому составу, водопроницаемости, структурному состоянию и др.).

Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных культур должна включать требования, связанные с технологическими особенностями их возделывания и влиянием на окружающую среду.

Растения по разному реагируют на снижение почвенного плодородия в результате эрозионных процессов. Наиболее устойчива к снижению плодородия почвы озимая рожь. Сахарную свеклу, картофель, кукурузу, просо, яровую пшеницу, гречиху, подсолнечник, ячмень, озимую пшеницу лучше размещать на несмытых и слабосмытых почвах.

Оценка средообразующего влияния растений на почвы и ландшафты включает установление почвозащитной способности культур. По противоэрозионной эффективности все сельскохозяйственные культуры разделяют на три группы. К первой группе относят многолетние травы, ко второй - зерновые и однолетние травы, к третьей - пропашные и технические, кормовые и овощные, плодовые. Почвозащитная способность растений зависит от густоты посевов, фазы их развития продуктивности. Коэффициенты эрозионной опасности различных сельскохозяйственных культур приведены в работе М.И. Лопырева, Е.И. Рябова (1989).

Установление оптимального соотношения возделываемых культур (зерновых, пропашных, бобовых) и чистых паров является чрезвычайно важным фактором предотвращения эрозии. Корректировка структуры использования эродированной пашни сводится к расширению посевов многолетних трав и зернобобовых, замене части площадей чистого пара сидеральным. Уплотнение севооборотов промежуточными культурами повышает их почвозащитную роль. Усиление почвозащитной эффективности севооборотов при включении промежуточных культур, используемых на корм и зеленое удоб-

рение, достигается благодаря удлинению периода, в течение которого почва находится под прикрытием растений, а также за счет улучшения физических свойств почвы вследствие дополнительного поступления в нее свежего органического вещества. В качестве озимых промежуточных культур целесообразно использовать озимую рожь и ее смесь с озимой викой, в качестве поукосных - рапс яровой, горчицу белую, редьку масличную, в качестве пожнивных - горох укосный, рапс яровой.

Оптимизация структуры посевных площадей достигается путем дифференцированного освоения различных видов севооборотов в зависимости от эрозионной опасности земель. Полевые севообороты располагаются на пашне интенсивного и умеренного использования. На землях интенсивного использования вводятся зернопаропропашные, зернопропашные, плодосменные, а на пашне умеренного использования преимущественно зернотравяные севообороты. На сильноосмытых почвах, т.е. на пашне ограниченного использования вводят почвозащитные севообороты с преобладанием многолетних трав.

Система обработки почвы в севооборотах также дифференцирована в зависимости от категорий ландшафта. В эрозионных ландшафтах с неустойчивым и недостаточным увлажнением (лесостепь, степь) система обработки на склонах должна обеспечивать максимальное впитывание в почву выпадающих осадков и предупреждать потери влаги на непродуктивное испарение, а в регионах с избыточным увлажнением (лесная зона) – способствовать безопасному отводу воды с пашни в овражно-балочную сеть. Приемы противоэрозионной обработки почвы на склонах условно делят на две группы: общие (вспашка, рыхление, культивация, боронование, междурядные обработки) и специальные (обвалование зяби, щелевание и мульчирование почвы и др.). С усилением эрозионноопасности почв возрастает роль безотвальной обработки почвы с сохранением на поверхности пожнивных остатков и измельченной соломы. Для этого используют рыхлители различных типов (чизели, паралау и др.), но особое значение имеют стойки СибИМЭ, обеспечивающие

наибольшее оставление на поверхности растительных остатков и подрезание сорняков.

Коэффициенты стокорегулирующей и противоэрозионной эффективности способов обработки почв расчетной вероятности по природным зонам России приведены в работе В.П. Герасименко, М.В. Кумани (Рекомендации ... 2000). Используя эти коэффициенты и коэффициенты эрозионной опасности культур проектируют состав противоэрозионных агротехнических мероприятий, чтобы обеспечить оптимальное задержание стока талых и ливневых вод на пашне и перевод его в почву.

В предотвращении водной эрозией, наряду с почвозащитными агротехнологиями, важную роль играют лесомелиоративные и гидротехнические мероприятия. Современная схема защитного лесоразведения предусматривает отведение под лесополосы в лесостепной зоне 2-2,5 %, в степной зоне 3-4 % площади пашни. Защитное лесоразведение на эродированных землях включает полезащитные и водорегулирующие лесополосы.

Полезащитные полосы проектируют на землях крутизной менее 1° и размещают по границам землепользования и полей севооборотов и внутри их для улучшения микроклимата и регулирования снегоотложения.

Водорегулирующие лесополосы проектируют на землях крутизной более 1°. На склонах с прямым продольным и поперечным профилем лесополосы размещаются прямолинейно, а на вогнутых, выпуклых, сложных склонах лесополосы проектируются только в направлении горизонталей. Методика расчета расстояний между водорегулирующими лесополосами на почвах разной степени смывости для регионов проявления эрозии от стока талых и ливневых вод изложена в работе В. П. Герасименко, М.В. Кумани (Рекомендации ... 2000). Для повышения водорегулирующей эффективности лесополосы усиливают простейшими гидротехническими: обвалованием по нижней опушке, созданием прерывистой канавы в нижнем междурядье с валом на опушке, устройством водозадерживающих валов на ложбинах по нижней опушке лесополос.

Гидротехнические сооружения (валы-террасы, канавы с валами, водорегулирующие валы) проектируют на пашне только в том случае, когда избыточный сток 10 %-ной обеспеченности, не удастся снизить до допустимого уровня противоэрозионной агротехникой и лесомелиорацией.

Для соблюдения параллельности лесополос и гидротехнических сооружений на пахотных землях необходимо осевые линии водорегулирующих устройств проектировать по равноудаленным друг от друга кривым с радиусом поворота не менее 50-70 м (Лопырев М.И., Рябов Е.И., 1989).

На границе пашни и овражно-балочной сети для снижения стока до допустимого, исключающего оврагообразование, необходимо проектировать прибалочную лесополосу с валом и канавой. Естественные кормовые угодья, расположенные на овражно-балочных землях, используются в системе противоэрозионных пастбищеоборотов.

При проектировании систем земледелия в эрозионных ландшафтах возникает сложная задача установления оптимального комплекса агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий. Достижение этой цели возможно на основе анализа большого числа вариантов противоэрозионных комплексов. Для решения такого рода задач используют современные пакеты прикладных программ для работы на ПЭВМ.

Главными компонентами, составляющими агролесомелиоративную часть ландшафтного комплекса защитных мероприятий, служат системы лесонасаждений, расположенные на пахотных землях приводораздельного и присетевого фондов водосборов и системы овражно-балочных насаждений, расположенные преимущественно в гидрографическом фонде. В них также входят ЗЛН разных видов и породного состава вдоль дорог, каналов, вокруг ферм, полевых станов, населенных пунктов и т. п. Первоочередными задачами агролесомелиорации должны быть очаги деградации, а затем соответствующим образом ранжированные участки экологического напряжения.

4.6.3. Проектирование АЛСЗ на дефляционно-опасных землях

Ветровая эрозия – черные, или пыльные бури наиболее часто проявляются в засушливых районах СНГ южнее линии Балашов - Самара - Уфа - Новотроицк -Магнитогорск - Омск - Новосибирск. Особенно ощутимый ущерб пыльные бури наносят в Башкортостане, в Кулундинской степи, Хакасии, Бурятии.

Ранее существовало ошибочное мнение, что в степных регионах отсутствует опасность проявления водной эрозии почв. Сегодня эти территории можно отнести к регионам высокой опасности проявления ветровой эрозии почв и умеренной водной.

Ветровая эрозия почв представляет собой физический процесс разрушения почвенного покрова под воздействием ветрового потока. Для ее возникновения необходимы определенные исходные условия:

- сглаженная поверхность распыленной почвы, образовавшаяся под воздействием предшествующих механических обработок или попеременных изменений погодных условий – увлажнения, замерзания, оттаивания, высушивания почвы;
- отсутствие какого-либо растительного покрова (живого или мертвого) на поверхности почвы;
- достаточная дистанция пробега ветрового потока для максимального насыщения его мелкоземом;
- эрозионноопасная скорость ветра в течение достаточно продолжительного отрезка времени.

Пыльные бури, прокатившиеся в 60-ые годы и охватившие юг Украины, Северный Кавказ, Поволжье, Башкирию, освоенные целинные земли на Севере Казахстана, Западной и Восточной Сибири, явились результатом совпадения во времени всех условий для их стремительного развития.

Количество мелкозема, эродируемого воздушным потоком, находится в тесной зависимости от распыленности почвы и количества растительных остатков на ее поверхности. Ветроустойчивость поверхности почвы в соот-

ветствии с этими показателями определяют по формуле Е.И. Шиято (1985). Регулируя, изменяя в процессе обработки почвы уровень распыленности верхнего слоя и количество сохраняющихся на поверхности пожнивных растительных остатков, можно управлять ветроустойчивым состоянием почвы и обеспечивать ее эффективную защиту от пыльных бурь. Поскольку величина отрываемого ветром мелкозема находится в кубической зависимости от скорости ветрового потока, расчет параметров ветроустойчивой поверхности должен учитывать наиболее часто встречающуюся среднюю скорость ветра во время пыльных бурь. Дистанция пробега воздушного потока, на которой концентрация мелкозема в потоке достигает допустимых значений, находится в тесной зависимости от гранулометрического состава почвы, что определяет допустимую ширину эрозионноопасных полос в зависимости от гранулометрического состава, - от 6-10 метров для песчаных почв до 150-200 метров для – глинистых. Эродлируемость ветром почвенного покрова полей севооборота может быть оценена количественно по уравнению ветровой эрозии почв.

Помимо общих закономерностей проявления ветровой эрозии имеют место зонально-провинциальные особенности, которые определяют проектирование систем земледелия в регионах активного ее проявления. Наиболее крупным очагом проявления ветровой эрозии в Европейской части страны является так называемый Армавирский ветровой коридор, охватывающий территорию восточных районов Краснодарского, южную часть Ставропольского краев и юго-восточные районы Ростовской области общей площадью около 3 млн.га. Основным источником проявления пыльных бурь является открытая, незащищенная растительностью зябь и слаборазвитые посевы озимых, посянных по поздним предшественникам (пропашным культурам). Наиболее разрушительное проявление ветровой эрозии в этих районах наблюдалось в 1969 году, когда в результате пыльных бурь почти полностью были уничтожены посевы озимых культур и на зяблевых фонах снесен плодородный слой толщиной 10 см. Особый вред пыльные бури нанесли ороси-

тельными системам, были занесены мелкоземом каналы, сооружения и водохранилища.

Поскольку в структуре степной и лесостепной зон европейского региона доля озимых зерновых культур составляет 20-40%, особо важное место в системе мероприятий по защите почв от ветровой эрозии занимает получение осенью хорошо раскустившихся растений на полях озимых, что предохраняет их от вымерзания и гибели зимой, а в последующем служит эффективной защитой от весенних пыльных бурь. Вымерзание нераскустившихся посевов озимых культур часто предшествует массовому охвату территории пыльными бурями. В связи с этим размещение и посев озимых зерновых в оптимальные сроки по лучшим, своевременно подготовленным предшественникам является важнейшим фактором защиты почв от ветровой эрозии в европейском регионе.

При минимальной комковатости верхнего слоя почвы (20-25% частиц размером менее 1 мм) надежная защита почвы от ветровой эрозии может быть обеспечена при сохранении на поверхности поля 200 шт/м² стерни или измельченных стеблей условной длины. Посевы зерновых культур обеспечивают ветроустойчивость поверхности при оптимальной густоте всходов 500 шт/м² в фазах: озимого ячменя – 2,8 листа, озимой пшеницы – 3,5 листа.

В степных районах Европейской части для зернопропашных севооборотов разработаны технологии возделывания озимых зерновых культур после пропашных предшественников с применением мульчирующей (на глубину 8-10 см) обработки почвы с измельчением крупостеблевых растительных и корневых остатков. Для возделывания яровых и пропашных культур после озимых зерновых предшественников разработана технология плоскорезно-щелевой обработки почвы с сохранением стерни. Противодефляционная эффективность мульчи из измельченных крупостеблевых остатков пропашных культур (кукурузы, подсолнечника, клещевины, сорго) определяется количеством растительных остатков на единицу площади, и может быть значительно повышена за счет их дополнительного продольного расщепления.

Относительно благоприятные лесорастительные условия земледельческих районов Европейской части России предопределили обсадку полезащитными полосами подавляющего числа севооборотных полей сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В азиатском регионе земледелия в структуре возделываемых культур озимые зерновые составляют весьма незначительный удельный вес, пропашные (кукуруза, подсолнечник, картофель, овощи) занимают ограниченные площади кормовых и овощных севооборотов, в основном преобладают однолетние яровые зерновые культуры, среди которых яровая пшеница занимает в структуре полевых севооборотов до 60-90%.

Южный Урал, юг Западной и Восточной Сибири стали после распада Советского Союза своеобразным пшеничным поясом производства высокобелкового зерна сильных и твердых яровых пшениц. Континентальный климат с частыми летними засухами, значительная доля в годовом балансе зимних осадков, активный ветровой режим в зимние и весенние месяцы определяют неустойчивый характер земледелия, высокую вероятность производственного риска, высокий потенциал проявления ветровой и умеренный – водной эрозии почв. Адаптация всей производственной сельскохозяйственной деятельности человека к этим жестким условиям становится не просто пожеланиями, а строгими правилами, отклонение от которых обходится слишком дорого.

Целенаправленное конструирование высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов должно базироваться на экономически реальных и доступных мероприятиях, в числе которых важнейшую роль играет рациональное размещение многолетних и однолетних растений, кустарников, деревьев, в особенности рациональное размещение многолетних трав (как традиционно применяемых в культуре, так и новых, нетрадиционных) для создания полос, кулис, пастбищ и т.п.

Пастбища и сенокосы в степных районах Урала и Сибири занимают значительные площади – до 30-35 % от площади сельскохозяйственных угодий.

дий. В основном они расположены на малоплодородных почвах. Из-за выбитого травостоя на пастбищах, низкого скашивания трав на сенокосах снег зимой выдувается и переносится в понижения, депрессии,. Реально увеличить продуктивность этой категории земель можно путем улучшения водного режима за счет дополнительной аккумуляции и равномерного снегораспределения с помощью высокорослых многолетних травянистых кулис из злаковых засухоустойчивых трав (чий блестящий), которые имеют также противодефляционное значение.

Численность поголовья скота должна обязательно быть сбалансированной с возможностями кормовой базы и продуктивностью пастбищ. Выбивание пастбищных угодий из-за перегрузки скотом является главной причиной деградации земель около населенных пунктов. На почвах легкого гранулометрического состава выбитые скотом пастбища зачастую превращаются в подвижные пески с барханными грядами.

Важное место должны занять многолетние травы в полевых зернопаровых севооборотах в качестве выводных полей. Пласт многолетних трав - важный элемент технологии возделывания высокобелковых твердых пшениц. Периодическое прохождение полей зернопарового севооборота через выводное поле многолетних трав – это и эффективное подавление развития сорняков, источник органического вещества.

Наряду с оптимизацией размещения сельскохозяйственных культур, структуры угодий и посевных площадей, доли чистого пара, противоэрозийной организацией территории важную роль в предотвращении дефляции играют противоэрозийные технологии возделывания полевых культур. В основе их, так же как и всей почвозащитной системы земледелия, лежит плоскорезная обработка почвы. Совершенствование ее развивается в плане минимизации вплоть до нулевой с целью сохранения на поверхности пожнивных остатков, которое усиливается разбрасыванием измельченной соломы. При этом особое внимание должно уделяться системе ухода за чистыми парами. Для создания растительно-мульчeveго покрова на парах перед их

уходом в зиму система обработки почвы строится на сочетании механических культиваций в первую половину парового периода (2-3 культивации) и гербицидных опрыскиваний сорняков во вторую половину лета (1-2 операции). Такая технология подготовки парового поля позволит эффективно бороться с сорной растительностью во вторую половину лета, когда из-за дефицита рабочей силы, техники (время подготовки к уборке), паровые поля зарастают и превращаются в рассадники сорняков.

4.6.4. Проектирование АЛСЗ на переувлажненных землях

4.6.4.1. Принципы и очередность освоения

Переувлажненные почвы широко представлены в таежно-лесной зоне, где имеется около 3 млн. га осушаемых почв и около 7 млн га сельскохозяйственных угодий относится к мелиоративному фонду земель, нуждающихся в проведении осушительных мелиораций. Доля переувлажненных почв еще более возрастает в среднетаежной зоне, а в северо-таежной все почвы, в том числе зональные (глееподзолистые), переувлажнены.

Для успешного использования этих земель, пожалуй, как нигде, требуется понимание чрезвычайно разнообразных условий почвенного покрова и почв. Широкий спектр полугидроморфных и гидроморфных почв и их свойств определяется разнообразием факторов заболачивания, в частности поверхностным заболачиванием атмосферными и намывными склоновыми водами, русловыми водами, заболачиванием пресными и минерализованными грунтовыми водами, заболачиванием в результате зарастания водоемов. Сочетания этих факторов, помноженные на разнообразную литологию, дает огромное количество почвенных разностей в пределах трех генетических типов полугидроморфных почв (болотно-подзолистых, дерново-глеевых, аллювиальных лугово-болотных) и двух генетических типов гидроморфных почв (торфяных болотных низинных и торфяных болотных верховых). Эти почвы находятся в сочетании с дерново-подзолистыми, которые часто бывают слабogleеватыми, и дерново-карбонатными выщелоченными.

В качестве агроэкологических групп, для которых должны разрабатываться адаптивно-ландшафтные системы земледелия, выделяются следующие.

1.0. Полугидроморфно-зональные, включающие агроэкологические виды земель:

1.1. Слабополугидроморфно-зональные, представленные пятнистостями дерново-подзолистых и дерново-подзолистых слабоглееватых почв с участием последних менее 50% и присутствием дерново-подзолистых глееватых менее 10%;

1.2. Среднеполугидроморфно-зональные, представленные комплексами дерново-подзолистых, дерново-подзолистых слабоглееватых и глееватых менее 50%.

2.0. Полугидроморфные, включающие агроэкологические виды земель:

2.1. Полугидроморфные пойменные (аллювиальные слабоглееватые, глееватые и глеевые; аллювиальные лугово-болотные);

2.2. Дерново-глееватые и дерново-глеевые;

2.3. Болотно-подзолистые супесчаные;

2.4. Болотно-подзолистые суглинистые;

2.5. Болотно-подзолистые глинистые.

3.0. Торфяные болотные низинные.

Целесообразность осушения переувлажненных почв определяется агроэкологическими требованиями сельскохозяйственных культур, экономической эффективностью и экологическими последствиями. По возможности использования переувлажненных почв без осушения они могут быть разделены на три группы:

- 1) пригодные для использования без осушительных мелиораций;
- 2) пригодные для использования без осушения под отдельные культуры при определенных условиях;
- 3) непригодные для интенсивного использования без осушительных мелиораций.

К первой группе относятся слабоглееватые почвы легкого гранулометрического состава, осушение которых требуется лишь для плодовых культур с глубокой корневой системой и озимых зерновых. Большинство культур на этих почвах дают более высокий урожай, чем на неоглеенных, особенно в засушливые годы. Некоторые снижают урожайность во влажные годы. Особенно страдают озимые зерновые в результате застоя надмерзлотной верховодки.

Ко второй группе относятся слабоглееватые тяжелосуглинистые и глинистые почвы и глееватые легко и среднесуглинистые. Большинство культур на этих почвах резко снижают урожайность или гибнут во влажные годы. В засушливые и сухие годы наоборот, некоторые из них могут давать более высокий урожай. По данным Ф.Р. Зайдельмана (1996) дренаж дерново-подзолистых глееватых суглинистых почв обеспечивает высокий доход только в годы свысоким увлажнением. В средние и засушливые годы на дренированных почвах урожайность многих культур оказывается ниже, чем на недренированных глееватых почвах, в частности яровых зерновых на 15-20%, картофеля - на 10-15%, бобовых трав на 15-20%. Поэтому осушение таких почв целесообразно лишь при необходимости возделывания наиболее чувствительных к избыточному увлажнению культур в специализированных севооборотах. Большая часть таких почв может быть использована с той или иной эффективностью в качестве сенокосов без осушительных мелиораций.

К третьей группе относятся глееватые тяжелосуглинистые и глинистые почвы, большинство глеевых и все торфянисто-глеевые.

Определяя очередность и приоритетные объекты мелиорации, следует отдавать предпочтение почвам с высоким потенциальным плодородием, к которым относятся низинные торфяные почвы, хорошо агрегированные аллювиальные дерновые зернистые почвы, дерново-глеевые и др. Что же касается болотно-подзолистых почв, преобладающих среди осушаемых земель, особенно тяжелых по гранулометрическому составу, то они отличаются низкой агрегатностью, плохой водопроницаемостью, заплывают, плохо отдают

воду в дренаж и требуют немало усилий для окультуривания.

Не следует вовлекать в сельскохозяйственный оборот болотные верховые торфяные почвы. Они характеризуются низкой зольностью и степенью разложения торфа, высокой кислотностью, низкой водопроницаемостью, высокой влагоемкостью. Осушение их сопряжено с высокими затратами, так же как и использование в мелиоративный период, связанное с мелиоративными мероприятиями по повышению плодородия. Это относится и к почвам переходных торфяников.

Нецелесообразно вовлечение в активный сельскохозяйственный оборот всех болотных торфяных почв, в том числе и низинных, при подстилании незначительной толщи торфа каменистыми породами. Осушение таких маломощных торфяных почв (мощность торфа меньше 1 м) при быстрой сработке торфа в результате разложения органического вещества, осадки, ветровой эрозии и пожаров нередко сопровождается выходом на дневную поверхность каменистого материала.

4.6.4.2. Особенности земледелия на полугидроморфных почвах на начальном этапе осушения

Окультурирование осушаемых почв начинается с выбора рациональной системы обработки почвы. Для осушаемых почв с оглееными подзолистыми и иллювиальными горизонтами создание достаточно мощного пахотного слоя имеет особое значение, поскольку определяет успех мелиорации в целом. Создать такой слой путем постепенного припахивания в короткий срок невозможно, особенно на почвах с невысоким естественным плодородием с мощностью гумусового горизонта менее 17 см. Припахивание оглеенных и подзолистых горизонтов более 2-3 см приводит к резкому ухудшению пахотного слоя. В подобных условиях задача решается сочетанием отвальной вспашки с безотвальной обработкой, которая может выполняться различными рыхлителями на глубину до 30-35 см. При высокой уплотненности переходных горизонтов интенсификация мелиоративного процесса достигается

сверхглубоким рыхлением специальными мелиоративными рыхлителями. Увеличение мощности пахотного слоя и разрыхление подпахотных горизонтов способствует более быстрому поглощению почвой воды, предотвращая ее застой, повышая эффективность дренажа. Уменьшение плотности и соответственно увеличение влагоемкости позволяет оптимизировать водный режим агроценозов в засушливый период за счет повышения запасов влаги.

Одновременно с улучшением водного режима почвы при глубоких обработках создаются более благоприятные условия воздушного режима, что весьма важно, учитывая, что на мелиорируемых почвах даже при интенсивном осушении дренажем содержание воздуха в почве нередко снижается до 10-15% пористости.

Эффективность обработки почвы в мелиоративный период зависит от того, насколько тесно она сопряжена с известкованием, внесением навоза и другими агротехническими мероприятиями, определяющими процесс окультуривания почвы. Чем менее благоприятны свойства почвенных горизонтов, вовлекаемых в пахотный слой, тем выше дозы извести и органических удобрений, приходящихся на каждый сантиметр припахиваемого слоя.

Механическая обработка почвы в мелиоративный период наряду с задачами создания культурного пахотного слоя должна способствовать отводу избыточной воды по поверхности почвы, пахотному и подпахотному слоям, что в той или иной мере достигается специальными приемами (профилированием, бороздованием, гребневанием и др.). При этом особую роль играет планировка поверхности. Ее применение необходимо при наличии микропонижений, которые вызывают застой поверхностных вод и резкое снижение урожайности. Даже сравнительно малотребовательные культуры при глубине микропонижений 10-15 см снижают ее на 15-30% по сравнению с ровной поверхностью. В более глубоких понижениях (25-30 см) растения нередко погибают.

В условиях низкой теплообеспеченности при возделывании пропашных культур особое значение приобретает гребневая и рядовая обработка,

особенно на тяжелых по гранулометрическому составу почвах. Ею достигается значительное улучшение водно-воздушного, теплового и питательного режимов. Преимущества грядования и гребневания резко проявляются в годы с избыточным количеством осадков. Высота гребней и гряд зависит от мощности пахотного слоя и применяемых орудий обработки и составляет от 15 до 25 см. Гряды и гребни нарезают весной при предпосевной обработке, но можно проводить грядовую и гребневую вспашку при осенней обработке почвы.

Большая часть мелиорируемых почв таежно-лесной зоны характеризуется повышенной кислотностью. Создание осушительного дренажа, увеличение внутрипочвенного стока способствует повышению выноса ионов кальция и магния. Подкислению почв способствует также применение физиологически кислых удобрений. Ежегодный вынос кальция с фильтрующимися водами составляет от 60 до 800 кг/га в зависимости от гранулометрического состава и степени окультуренности. Большой вынос оснований из мелиорируемых почв связан также с тем, что большинство их, будучи слабоокультуренными, имеют невысокую емкость поглощения. В соответствии с многочисленными опытными данными значительное и длительное действие известкования наблюдается лишь при высоких нормах извести. Оказывается наиболее целесообразным рассчитывать их, исходя из нейтрализации полной гидролитической кислотности.

Особая роль при освоении минеральных почв принадлежит органическим удобрениям, которые не только служат источником питательных веществ для растений, но и улучшают водный, воздушный и питательный режимы почвы и способствуют восстановлению плодородия, нарушенного при производстве мелиоративно-строительных и культуртехнических работ. Без них невозможно решать задачи по увеличению мощности пахотного слоя. Довольно многочисленные опытные данные по испытанию различных доз навоза (30,60,80,120 т/га) на дерново-подзолистых глееватых почвах свидетельствуют, что значительное их улучшение происходит при ежегодном вне-

сении в мелиоративный период дозы 60 т/га и более. При этом отмечается существенное снижение плотности пахотного слоя, повышение пористости, влагоемкости, увеличение продолжительности периода с оптимальным увлажнением в годы с повышенным количеством осадков, снижается кислотность, возрастает содержание гумуса, в особенности доля гуминовых кислот. Последнее обстоятельство способствует уменьшению подвижности органических соединений и сокращению их потерь вследствие выщелачивания. При дозе органических удобрений 30 т/га эти изменения проявляются значительно слабее.

Высокая эффективность органических удобрений на мелиорируемых почвах доказывается высокой удельной окупаемостью их продукцией, которая мало снижается с увеличением доз от 30 до 100 т/га. Если при первичном окультуривании малогумусных глинистых почв органические удобрения вообще не вносятся, мелиорация оказывается убыточной.

Большое значение при использовании осушаемых почв имеет возделывание сидеральных культур с последующей их запашкой в почву. В качестве пожнивных сидеральных культур, высеваемых после уборки озимой ржи, ячменя, весьма эффективны рапс, сурепка, масличная редька, белая горчица. Применение органических удобрений на осушаемых почвах должно сочетаться с внесением минеральных удобрений в первые же годы, поскольку процесс мобилизации азота и фосфора из органических веществ идет медленно.

На мелиорируемых минеральных почвах могут вводиться те же севообороты, что и на автоморфных почвах (полевые, кормовые, овощные, лугопастбищные). При этом важное значение имеет участие в севооборотах многолетних трав, доля которых увеличивается от Центрального к Северо-Западному и Северному районам. В частности, в Северном районе целесообразно вводить лугопастбищные, а также полевые севообороты с насыщением многолетних трав на 28-30% при интенсивном их возделывании. Введению севооборотов часто предшествует использование вновь осваиваемых земель

под предварительные культуры, обычно кормовые. При этом темпы окультуривания почв зависят от уровня интенсивности возделывания этих культур. Важно иметь в виду, что использование интенсивных агротехнологий способствует увеличению влагопотребления и соответственно осушению переувлажненных почв.

При организации культурных пастбищ на осушаемых землях, выпас скота можно проводить при уровне грунтовых вод не выше 60-65 см от поверхности.

4.6.4.3. Особенности земледелия на осушаемых торфяных болотных низинных почвах

Данные почвы характеризуются высоким потенциальным плодородием. Как объект мелиорации они выгодно отличаются от большинства заболоченных минеральных почв, хотя их использование осложняется некоторыми особенностями (слишком низкая плотность и подверженность ветровой эрозии, неблагоприятный тепловой режим, пожароопасность и др.).

Сельскохозяйственное использование торфяных почв имеет многовековую историю. В современной практике известны: черная, смешанная, насыпная и песчаная смешаннослойная культуры. В России в основном практикуется черная культура торфяных почв (хотя научными учреждениями разработаны технологии смешанной культуры). При этом возникает проблема биохимической сработки торфа, т.е. активного биохимического разложения органогенной массы при осушении болота. Скорость этого процесса определяется тремя факторами: глубиной залегания грунтовых вод, характером сельскохозяйственного использования почв и климатическими условиями.

Наиболее интенсивная сработка торфа происходит под пропашными культурами при глубоком понижении грунтовых вод в условиях самотечного осушения. Для условий южной тайги ежегодная сработка торфа под пропашными составляет 2-3 см в год. В лесостепной зоне она может достигать 4 см.

В высоких широтах европейской территории России и в Сибири, наоборот, скорость биохимической сработки торфа снижается и находится на уровне миллиметров в год. Главную роль в этом играет наличие в торфяных почвах мерзлоты неглубоко от дневной поверхности.

Определяющим фактором разложения торфа является усиление аэрации почвы при понижении уровня грунтовых вод. По некоторым данным (Маслов Б.С., Минаев И.В., 1985) скорость разложения торфа при уровне грунтовых вод 0,8 м составляла 2,2 т/га в год; при 1,2 м - 6 т/га.

Хорошо известен печальный опыт самотечного глубокого осушения низинных болот, основанный на принципе отрыва капиллярной каймы грунтовых вод от основания торфяной залежи. В результате такого освоения болот происходила ускоренная сработка торфа, потеря больших количеств азота, не использованного растениями, накопление нитратов в грунтовых водах, эвтрофикация водоемов, возникали пожары, проявлялась дефляция. Такого рода осушение болот затрагивало прилежащие ландшафты, наступало обезвоживание значительных территорий, ухудшались условия сельскохозяйственной деятельности, лесорастительные и другие условия.

В данной связи весьма поучителен опыт мелиорации торфяных болотных почв в Белоруссии, где в 60-х годах самотечное глубокое осушение их получило широкое распространение в качестве основного метода. В результате через 12-15 лет произошла полная сработка торфяных почв на площади более 120 тыс. га, обнажились песчаные породы, галечниковый аллювий и т.п. Таким образом, потребовался жестокий экологический урок (кстати сказать, предсказанный проф. Ф.Р. Зайдельманом), чтобы в 70-х годах данный метод был признан экологически опасным и в дальнейшем не применялся. Стало очевидным, хотя и не в полной мере реализуемым на практике положение о том, что во избежание переосушения необходимо не сбрасывать воду, а регулировать водный режим.

Наиболее благоприятные условия с точки зрения регулирования продукционного процесса растений и обеспечения экологической устойчивости

угодья складываются при создании лугового режима, когда грунтовые воды капиллярно подпитывают верхние горизонты в соответствии с динамикой потребности растений в воде.

Для обеспечения экологической устойчивости угодий на осушаемых торфяных почвах в их структуре следует ограничивать долю культур, возделывание которых связано с интенсивной обработкой почвы, повышая соответственно долю многолетних трав, под которыми значительно замедляется минерализация органического вещества. В данной связи целесообразно использование маломощных торфяных почв (торфяной горизонт меньше 1 метра) под культурные сенокосы, а среднемощных и мощных (более 1 м) - в овощных и кормовых севооборотах с преобладанием в них многолетних трав. Согласно имеющимся данным исследований для центральных и южных районов Нечерноземья наиболее целесообразно с точки зрения продуктивности, экологической эффективности и сохранения плодородия торфяных почв вводить севообороты, в структуре которых многолетние травы занимают 33,3-66,6%, однолетние травы - 16,7%, зерновые - 0-33,3%, пропашные - 16,7%. В условиях Севера и Северо-Запада вследствие низкой биологической активности почвы возможно значительное увеличение доли пропашных культур. Учитывая неблагоприятный тепловой режим торфяных почв, обусловленный их высокой теплоемкостью и низкой теплопроводностью, не рекомендуется включать в севообороты теплолюбивые культуры.

Осушаемые болота, с торфяными болотными низинными почвами, являются ценными угодьями не только для выращивания однолетних культур, но и для создания высокопродуктивных сенокосов и пастбищ в различных природных зонах. В центральных областях Нечерноземной зоны РФ ряд хозяйств на осушенных низинных торфяниках получают по 80-100 ц, а на переходных - по 50-70 ц сена с 1 га. Продуктивность сеяных пастбищ составляет здесь 3-5 тыс. и более кормовых единиц с 1 га.

Многолетние травы, возделываемые на осушенных торфяных почвах, могут использоваться на сено, сенаж, силос, травяную муку и как зеленый

пастбищный корм. Они уменьшают распыление торфа, замедляют его разложение, служат средством борьбы с сорными растениями, некоторыми видами вредителей и болезней, улучшают использование питательных веществ осушаемых торфяно-болотных почв. Возделывание многолетних трав позволяет более продуктивно использовать слабо осушаемые торфяники, где выращивание других культур затруднено, а также способствует удлинению сроков эксплуатации мелкозалежных торфяных массивов. Многолетние травы на осушаемых торфяных почвах могут возделываться как в севооборотах различных направлений, так и вне севооборотов.

Для залужения надо высевать те виды трав, биолого-экологические особенности которых отвечают характеру местообитания, способу и длительности использования сеяного луга. Как правило, травостой сеяных сенокосов и пастбищ на осушенных торфяных почвах представлен в основном многолетними злаковыми травами, более урожайными и долговечными по сравнению с бобовыми. Кормовые достоинства большинства злаковых трав высокие, особенно в ранних фазах вегетации. Однако бобовые травы по питательной ценности все же значительно превосходят злаки.

Обработка почвы в севооборотах должна проводится дифференцированно в зависимости от предшественника и возделываемой культуры. Под пропашные рекомендуется проведение осенней вспашки, под культуры сплошного сева - мелкой обработки. Однако на участках, сильно засоренных многолетними сорняками, требуется вспашка. Эти приемы должны сочетаться с агромелиоративными мероприятиями (планировка поверхности, гребневание, грядование, выборочное бороздование и профилирование) в зависимости от почвенно-климатических условий.

Планировка необходима для устранения микропонижений, которые в период избыточного увлажнения отличаются ухудшением теплового и питательного режимов. Сумма температур за вегетационный период в микропонижениях по сравнению с выровненной поверхностью оказывается значительно меньше (на 200° и более), ниже биологическая активность и содержа-

ние нитратного азота в почве. Соответственно снижение урожайности однолетних и многолетних трав в микропонижениях глубиной 15 см может достичь 30-40%, а при глубине их 30 см - 80% (Емельянова И.М. и др., 1987). Следует подчеркнуть, что проведение планировки на торфяных почвах не представляет трудностей, так как здесь в отличие от минеральных почв можно не опасаться выхода на поверхность подпахотных почвенных горизонтов при больших размерах срезки.

Важное значение, особенно в условиях низкой теплообеспеченности, имеет гребневание и грядование. Во влажные годы на гребнях удастся избежать избыточного увлажнения и улучшить условия теплообеспеченности. За вегетационный период сумма положительных температур на гребнях на 200-240° выше, чем на ровной поверхности, больше накапливается минеральных форм азота. Гребневая посадка корнеплодов на торфяных почвах обеспечивает высокий экономический эффект.

Обязательный прием на торфяных почвах - прикатывание поверхности. Необходимость его применения связана с низкой плотностью почвы, а также с разрывом капилляров при обработке, в результате чего даже при наличии большого запаса влаги в подпахотных слоях влажность пахотного слоя может снижаться до влажности устойчивого завядания. Особенно неблагоприятная ситуация складывается в результате накопления льда в верхнем горизонте при перегонке пара из нижних слоев в зимний период. Лед отрывает этот горизонт от нижележащей толщи торфа, нарушая капиллярное подпитывание корнеобитаемой зоны. Прикатывание торфяных почв перед посевом восстанавливает нарушенную капиллярную связь. Данный прием выполняется тяжелыми водоналивными катками. Интенсивность прикатывания увеличивается с понижением уровня грунтовых вод. Прикатывание выравнивает поверхность поля и уплотняет почву, при этом высеянные семена более равномерно заделываются по глубине, водно-воздушный режим пахотного слоя заметно улучшается. Сильнее следует прикатывать почву на слаборазложившихся торфяниках, после раскорчевки кустарника и запашки мощной дерни-

ны или большого количества растительных остатков. Еще более возрастает роль прикатывания в южных районах, а также в сухие весны и на глубоко осушенных болотах. По мере окультуривания болота верхние слои торфяной залежи уплотняются, и потребность в интенсивном прикатывании уменьшается.

На старопахотных почвах, предназначенных для залужения, обработка зависит от способа и срока посева многолетних трав, их видового состава, предшественника и т.д. При весеннем посеве многолетних трав на минеральных почвах под покров яровых зерновых культур или при раннем беспокровном посеве площади, вышедшие из-под зерновых культур, подвергаются лущению, после чего производят зяблевую вспашку на глубину 30-35 см и осеннее дискование. Весной, когда почва оттаивает примерно на 10-12 см, поле дискуют в один-два следа с одновременной заделкой удобрений. При летнем беспокровном посеве трав после уборки однолетних смесей на зеленый корм, идущих по зяблевой вспашке, проводят дискование в два следа (первое на глубину 7-9 см и второе - на 12-15 см с заделкой удобрений), а при размещении трав после пропашных культур - глубокое дискование осенью, лущение или повторное дискование весной с заделкой удобрений. Во всех случаях прикатывание проводят до и после посева.

Для лучшего развития и получения более высокого урожая луговых трав, особенно при создании долголетних культурных пастбищ, важно, чтобы на этих участках в год, предшествующий залужению, возделывались пропашные культуры, под которые вносится достаточное количество удобрений, а почва хорошо обрабатывается и очищается от сорной растительности. При выращивании в одном звене с многолетними травами однолетних технических, пропашных, кормовых и овощных культур лучше используются питательные вещества почвы, она быстрее окультуривается, общая продуктивность земельных ресурсов повышается. В связи с этим при коренном улучшении и дальнейшем окультуривании хорошо осушаемых низинных торфяников и лугов целесообразнее использовать эти угодья в системе севооборо-

тов с луговым и полевым периодами. В севообороте, главным образом лугопастбищном, создают краткосрочные сенокосы или пастбища, которые используются менее 5-6 лет, а вне севооборота — краткосрочные и долголетние сенокосы и пастбища.

Правильный подбор видов и сортов трав для луговых и пастбищных смесей на осушаемых болотах является одним из главных факторов, определяющих их долголетие и урожайность. Опытами и практикой установлено, что травосмеси на протяжении всего срока их использования дают более высокие урожаи сена и пастбищного корма по сравнению с чистыми посевами трав.

Подбор компонентов для травосмесей зависит от почвенно-климатических условий, типа торфяника, его плодородия и интенсивности осушения, срока и способа использования, хозяйственно-экономических требований. В травосмеси следует включать те виды и сорта трав, биолого-экологическая характеристика которых лучше всего отвечает перечисленным условиям. Так, клевер красный и розовый плохо переносят ранневесенние и позднеосенние заморозки, все многолетние культурные травы плохо развиваются на сильнокислых почвах (рН ниже 4,5). Большинство злаковых трав предпочитает слабокислые почвы (рН 5,0-6,0), а бобовые травы - почвы с нейтральной реакцией среды (рН 7,0).

К числу возделываемых на осушаемых торфяниках относятся следующие виды многолетних трав: тимофеевка луговая, овсяница луговая, овсяница тростниковидная, овсяница красная, лисохвост луговой, ежа сборная, коострец безостый, райграс высокий, райграс пастбищный, мятлик луговой, мятлик болотный, полевица белая, бекмания обыкновенная, клевер розовый и клевер белый. Сеять луговые травы на осушенных торфяных почвах лучше весной или летом, когда наиболее полно удовлетворяются биологические требования бобовых и злаковых трав. В южных областях Нечерноземья многолетние травы отлично удаются при летнем беспокровном посеве. Лучшим сроком летнего посева травосмесей является июль. Травы, посеянные в этот

срок во влажную почву, дружно отрастают и хорошо переносят зимние условия.

При весеннем посеве луговых трав на осушаемых торфяниках в южной части зоны лучшим является посев в самые ранние сроки (в конце апреля - начале мая). Для этого подготовку почвы под посев трав (вспашку или дискование, внесение удобрений и прикатывание) проводят осенью. Во избежание пересыхания верхнего слоя почвы посев нужно проводить в самые сжатые сроки. При весеннем посеве многолетних трав хорошими их предшественниками являются пропашные, зернобобовые и зерновые культуры.

Значительная часть торфяных почв имеет повышенную кислотность, усиливающуюся к северу зоны. При характерных величинах $pH_{\text{сол}} 4,0-4,5$ гидролитическая кислотность достигает 50 м-экв/100 г и более, что определяет высокие дозы извести, если их рассчитывать по полной ГК. До сего времени нет единого подхода к определению норм извести для торфяных почв. По данным (А.Н. Небольсина, 1983), торфяные почвы с $pH_{\text{сол}} 4,2-4,8$ слабо нуждаются в известковании, а при pH выше 4,8 необходимость в известковании отсутствует вообще. По данным А.С. Мееровского торфяные почвы с pH ниже 3,9 следует известковать из расчета 0,5 ГК, при значении pH в диапазоне 3,9-5,0 - из расчета 0,25 ГК, а при pH выше 5 почвы в известковании не нуждаются.

В системе удобрений на торфяных почвах главную роль играют минеральные удобрения, обеспечивающие высокие прибавки урожайности. Органические удобрения используются в основном с целью повышения биологической активности почв в мелиоративный период. Большое значение имеет проведение подкормок многолетних трав. Первая подкормка после первого укоса трав, вторая - после второго укоса дозами азота от 60 до 90 кг действующего вещества. Фосфорные удобрения вносят весной - 90 кг/га. Лучшие условия роста трав обеспечивает ежегодное внесение $N_{100-150}$ и $K_{120-150}$, применяемых двукратно (нормы весной, остальное летом после проведения первого укоса). Эффективность минеральных удобрений в большой мере

зависит от срока освоения болота и существенно изменяется в географическом аспекте. Азотные удобрения необходимо вносить на всех вновь осваиваемых торфяных болотных почвах. В северных районах европейской части зоны и в Сибири их нормы повышаются. На переходных болотах вносятся более высокие нормы, чем на низинных.

На старопашотных торфяных почвах по сравнению с вновь осваиваемыми эффективность азотных удобрений снижается, соответственно их нормы уменьшаются, а в южных районах зоны они применяются в основном на сенокосах. Фосфорные удобрения эффективны на всех торфяных почвах, за исключением болот с большим количеством вивианита. Эффективность их по мере продвижения на север зоны повышается. На старопашотных торфяных почвах нормы фосфорных удобрений снижаются на 15-20% по сравнению со вновь осваиваемыми почвами. Эффективность калийных удобрений в отличие от азотных и фосфорных повышается в направлении с севера на юг с увеличением срока использования торфяных почв.

Серьезную проблему представляет окультуривание и использование выработанных торфяников. Площадь их в Нечерноземной зоне России превышает 400 тыс. га. В зависимости от способа добычи торфа выработанные торфяники разделяют на карьеры гидроторфа, машиноформовочные и фрезерные поля. Последние наиболее пригодны для сельскохозяйственного использования и требуют меньших затрат на освоение.

Многочисленные торфяные выработки, часто подвергающиеся пожарам, как раны напоминают о массовых кампаниях по привлечению торфа в качестве удобрения. Эффективность этого мероприятия была невысокой, а негативные экологические последствия весьма масштабными.

Выработанные торфяники представляют особую категорию мелиорируемых земель, отличную как от торфяных, так и от минеральных почв. Они характеризуются очень низкой биологической активностью, наличием большого количества закисных соединений железа, подвижных форм алюминия, марганца, неблагоприятным тепловым и водно-воздушным режимом.

Способы освоения выработанных торфяников и их продуктивность зависят от мощности остаточного слоя торфа и свойств подстилающих грунтов. При мощности остаточного слоя торфа 15-30 см первичной обработкой припахивается до 6 см супесчаного грунта и 4 см суглинистого, при мощности его менее 15 см применяются безотвальные обработки. В случае подстилания торфа грунтами тяжелого гранулометрического состава целесообразно глубокое рыхление. Оно способствует улучшению работы осушительной сети, а в периоды недостаточного количества осадков - увеличению запасов влаги.

На торфяных почвах Нечерноземной зоны РФ при необходимости можно выращивать озимую рожь, овес, ячмень. Более требовательную к теплообеспеченности пшеницу здесь выращивать сложно и нецелесообразно в связи с недостатком тепла и возможностью ранних заморозков. Под зерновые следует отводить хорошо выровненные участки низинных торфяников с уровнем грунтовых вод в среднем за вегетацию около 75-85 см от поверхности почвы.

Озимая рожь может размещаться на всех используемых типах торфяных почв. К норме осушения она более требовательна, чем травы, но менее, чем пропашные культуры. Предшественники - викоовсяная смесь, райграс однолетний, пласт многолетних трав после первого укоса. При посеве ржи на вновь освоенной территории обработка почвы проводится по такой схеме: вспашка на 25-30 см, дискование в 1-2 следа, выравнивание поверхности, повторное дискование в 2 следа с заделкой минеральных удобрений и прикатыванием. При возделывании ржи на старопахотных участках по пласту многолетних трав вспашку проводят после первого укоса с предварительным двукратным дискованием на глубину 6-7 см. После вспашки пласт дискуют, заделывая удобрения, и прикатывают. После рано убираемых пропашных предшественников рожь сеют после двух-трехкратного дискования и прикатывания.

На низинных болотах, богатых азотом и фосфором, вносят только ка-

лийные удобрения из расчета 120-150 кг действующего вещества на один гектар. На торфяниках, бедных фосфором, кроме калийных, вносят и фосфорные удобрения по 60-90 кг. Медные удобрения вносят в дозах 25-35 кг медного купороса на гектар, азотные удобрения - в виде подкормки по 20-30 кг в зависимости от состояния посевов после перезимовки. В мероприятия по уходу за посевами входит весенняя подкормка азотными удобрениями.

Из яровых на торфяных почвах лучше всего выращивать ячмень и овес. Под них следует отводить старопахотные участки с уровнем грунтовых вод в среднем за вегетацию 75-85 см. В севообороте их обычно размещают по картофелю, озимым, корнеплодам, силосным. Обработка почвы после пропашных культур поверхностная - глубокое осеннее дискование; после озимых - раннее лущение стерни, зяблевая вспашка. При подготовке почвы под яровые культуры все работы по разделке пласта с внесением фосфорно-калийных удобрений и прикатывание проводят осенью. На хорошо окультуренных торфяниках азотные удобрения не вносят. Фосфорные удобрения вносят в дозе 60-90 кг действующего вещества на гектар, а калийные- 120-150 кг. Уход за посевами яровых зерновых сводится в основном к борьбе с сорняками в ранних фазах их развития и с вредителями (злаковой мухой).

Под картофель следует отводить осушенные старопахотные низинные торфяники. Наилучшие условия водного питания картофеля создаются при влажности почвы около 70-75 % от полной влагоемкости и аэрации в 23-30% от объема пор почвы. При этом грунтовые воды в среднем за вегетацию должны находиться на глубине 100-110 см от поверхности. При таком уровне капиллярная влага в течение всего периода вегетации подпитывает корнеобитаемый слой почвы. Картофель предъявляет к предшественникам умеренные требования. В кормовых севооборотах его лучше всего размещать второй культурой после многолетних трав, ржи, а также после однолетних злаково-бобовых смесей и корнеплодов. Обработка целинных торфяных почв под картофель проводится по методу ускоренного освоения. После очистки болота от пней, кустарников проводят глубокую вспашку (на глубину 30 см).

После вспашки пласт тщательно разделяют тяжелыми дисковыми боронами в 2—3 следа и выравнивают поверхность. Затем вносят минеральные удобрения и дискуют почву еще раз, заделывая их, потом проводят прикатывание поля. Универсальным приемом обработки старопахотных торфяных почв под картофель после уборки однолетних культур сплошного сева является зяблевая вспашка на глубину до 25-30 см. После многолетних трав и других стерневых предшественников вспашку проводят с предварительным дискованием в 1-2 следа на глубину 6-7 см.

На торфяниках, богатых природными запасами фосфора, под картофель вносят только калийные удобрения по 150-180 кг действующего вещества на один гектар, а на почвах, бедных фосфором, вносят и фосфорные удобрения по 60 кг на гектар. Посадка рядовая, 70х20х25 см, гребневая, на гектаре следует размещать до 60 тыс. растений. Глубина посадки 8-10 см. Обычно посадку производят при прогревании почвы до 8-10°C. Уход за картофелем заключается в проведении двух-трех боронований до всходов и одного по всходам навесными сетчатыми боронами. Междурядные обработки проводятся в зависимости от степени засоренности почвы. Обычно достаточно одной культивации и двух окучиваний. Гербициды применяют не позже, чем через 8-10 дней после посадки. Для предупреждения заболевания фитофторой проводят одно-два опрыскивания по всходам картофеля 0,2 % раствором медного купороса из расчета 300 л раствора на один гектар.

Выращивание кормовых корнеплодов на торфяных почвах имеет большое значение при решении вопросов правильной организации кормовой базы животноводства. Наиболее неприхотливыми и устойчивыми к особенностям микроклимата осушенных торфяных почв из кормовых корнеплодов являются: кормовая свекла, морковь, брюква, турнепс. В условиях юга Нечерноземья наибольший выход кормовых единиц и протеина дает кормовая свекла. Предшественники - картофель, вико-овсяная смесь, реже - зерновые.

Под свеклу следует отводить старопахотные хорошо осушенные низинные торфяники с уровнем грунтовых вод в среднем за вегетацию 110-125

см от поверхности. Обработка почвы такая же, как под картофель - глубокая зябь с осенней разделкой пласта. Весной - боронование зяби (если зябь не была дискована осенью), дискование, предпосевное прикатывание. Кислые почвы известкуют. Минеральные удобрения вносят под предпосевное дискование.

Уход за посевами заключается в уничтожении сорняков, рыхлении междурядий, прореживании всходов и борьбе с вредителями. Для этого проводятся боронование до всходов сетчатой бороной и 2-4 междурядных рыхления. Уборку свеклы следует проводить до наступления заморозков, обычно сразу после уборки картофеля.

4.6.5. Проектирование АЛСЗ на пойменных землях

В долинах больших, средних и малых рек России пойменные земли занимают 29,2 млн. га, из них около 20 млн. га сосредоточено в Сибири и на Дальнем Востоке (поймы рек Оби, Лены, Енисея, Амура и их притоков).

Степень освоения и использования пойменных почв и структура сельскохозяйственных угодий (лес, сенокос, пастбище, пашня) в поймах зависит от зонально-провинциальных условий, освоенности территории и плотности населения. С севера на юг сокращается площадь сенокосов и пастбищ и увеличивается площадь распаханной почвы. В среднем пашня в поймах рек РФ составляет 2 млн 377 тыс га (8,1%). В Северо-Кавказском районе площадь пашни достигает 43,8 %, а в Северо-Западном районе она составляет всего лишь 4,4%. Из 9,2 млн га пойменных земель в Западной Сибири распаханно всего около 300 тыс га. Больше допустимых норм распаханной почвы пойм рек в Московской, Калужской, Орловской областях, а также в южных районах России (поймы рек Дона, Кубани, Волго-Ахтубы). Волго-Ахтубинская пойма является самым большим овощным огородом России. В некоторых районах Московской области (Серпуховском, Ступинском, Каширском, Озерском, Коломенском) распаханно около 80-90% площади поймы (Балабко П.Н., 2005).

Адаптивное использование пойм должно базироваться на типологии

пойменных земель.

Разделение пойм, предложенное В.Р.Вильямсом, на три части прирусловую, центральную и притеррасную не исчерпывает всего их разнообразия, поскольку имеют место неполноразвитые, усеченные и островные поймы. Г.В. Добровольский с соавторами (1974) на примере поймы реки Оби предложил выделить пять типов поймы: островной, прирусловой, сегментно-гривистый, равнинный и пониженно-болотный.

Эти типы имеют разную хозяйственную значимость. Территория островного и прируслового типов поймы представляет собой залесенные водохранимые участки, где требуется сохранение и улучшение лесов. Площади сегментно-гривистого и равнинного типов поймы - это в основном сенокосные угодья и территории, занятые под овощные сельскохозяйственные культуры. Луга полого-гривистого подтипа могут быть использованы главным образом под пастбища; основную часть полого-гривистого и полого-редкогривистого подтипов составляют сенокосы первой и второй очереди. Большинство сенокосов второй очереди нуждается в осушительных мелиорациях. Пониженно-болотный тип притеррасной поймы выполняет важную барьерно-экологическую роль, задерживая сток элементов-загрязнителей в реки, моря, океаны.

По составу почвенного покрова предлагается подразделять пойменные массивы на три типа в зависимости от доли гидроморфных почв: слабогидроморфные - с долей аллювиальных дерновых и дерново-луговых почв свыше 50%; среднегидроморфные - с преобладанием почв лугового типа; и сильногидроморфные - с преобладанием в составе почвенного покрова лугово-болотных и болотных почв.

Для адаптивного использования пойменных земель необходимо учитывать специфические условия синлитогенного почвообразования, которое характеризуется протеканием почвообразования одновременно с аккумуляцией свежего органико-минерального материала, что приводит к постоянному омолаживанию верхней части почвенного профиля. Пойменные почвы фор-

мируются в результате двух групп процессов – поемно-аллювиальных и собственно почвообразовательных. Поемность и аллювиальность часто употребляются как синонимы, отсюда почвы, расположенные в речных долинах, называются то аллювиальными, то пойменными. Под пойменными процессами (или поемностью) следует понимать продолжительность стояния полых вод на заливаемой части речной долины. При затоплении полыми водами происходит ускоренное оттаивание промерзшей почвы, насыщение ее водой (вагозарядка), обновление почвенного воздуха. Полые воды, увлажняющие и вносящие в пойменные почвы различные растворенные в воде вещества, создают особые экологические условия для развития растительного и животного мира, заселяющего пойменные пространства, что, в свою очередь, обуславливает формирование своеобразного почвенного покрова.

Бытующее в народе определение пойм: «золотое дно», «кладовая плодородия» связано с тем, что во время затопления полыми водами в пойме откладываются элементы питания растений, аллохтонная органика и большое количество микроорганизмов.

Качественный и количественный состав взвешенных в полых водах веществ и растворенных в водах химических элементов непостоянен и зависит от природных условий бассейна реки, состава коренных и почвообразующих пород, почвенного покрова, гранулометрического и химического состава водораздельных почв. Вследствие этого почвы речных долин несут в себе определенные зонально-провинциальные признаки.

Поемность неодинакова не только у различных пойм, но и для одной и той же поймы по ее продольному и поперечному профилю и всегда в последнем случае связана с характером рельефа. Продолжительность поемности по годам, как правило, колеблется в значительных пределах. Степень и характер поемности во времени имеют исключительно большое хозяйственное значение. Затопление участка поймы до 7 дней выдерживают все культуры, стояние весенних вод от 7 до 15 дней исключает выращивание озимых зерновых и косточковых культур. Хорошо влияет этот срок затопления на естествен-

ные и сеяные травостой. Продолжительность стояния полых вод от 16 до 30 дней исключает травосеяние, не выдерживают затопления дуб, сосна, вяз. Продолжительное стояние полых вод (более 30 дней) оказывает хорошее действие на развитие осок, а также крупнотелых корневищных злаков. Из древесных пород эту поемность выдерживают только ивы (75 дней), ольха (50 дней), белый тополь (35 дней).

Поскольку поймы рек имеют грядистый рельеф, то продолжительность затопления гряд и межгрядных понижений различна. Например, в пойме Нижней Оби в долгопоемные годы понижения могут быть затопленными от 60 до 90 дней (почти весь вегетационный период). В эти годы исключается заготовка сена и пастбище скота на пойменных лугах. Страховой запас сена необходимо создавать на водораздельных территориях. В паводковых и почвенно-грунтовых водах заболоченных ландшафтов содержится много железа. Ожелезнение и оруднение пойменных почв является широко распространенным явлением в поймах рек южнотаежной подзоны.

В бассейнах рек, где преобладают карбонатные породы, типоморфными мигрантами могут быть кальций и магний. Повышенное содержание легкорастворимых солей в почвенно-грунтовых водах пойм южных районов России вызывает засоление пойменных почв.

Воды рек смягчают континентальность климата водоразделов. В степной и полупустынной зонах, где на водоразделах, кроме изреженного травостоя, нет ни деревца, ни кустарника, в пойме большой реки – цветущий оазис с древесно-кустарниковой растительностью и разнотравно-злаковым травостоем. В лесотундре и тундре, среди бескрайних просторов тундровой кустарничково-моховой растительности поймы больших рек часто характеризуются богатым разнотравьем и хорошо развитыми деревьями – пришельцами из более южных широт.

Под *аллювиальностью* подразумевается совокупность эрозионных и аккумулятивных процессов, связанных с деятельностью речных вод, т.е. разрушением ранее отложенных речных наносов, переносом, сортировкой и раз-

грузкой в пойме или русле реки взвешенных в воде частиц. В результате этих процессов формируются речной аллювий, топография и рельеф пойменной террасы.

Морфологически и микроморфологически аллювиальный процесс диагностируется слоистостью и микрослоистостью аллювия, чередованием наносов различного гранулометрического состава.

Интенсивность выраженности аллювиальных процессов в различных частях продольного и поперечного профиля речной долины, так же как и пойменных процессов, неодинакова. При этом пойменные и аллювиальные процессы по степени своей выраженности далеко не адекватны. Например, длительная поемность может протекать в условиях очень слабовыраженных аллювиальных процессов, и, наоборот, при интенсивно протекающих аллювиальных процессах поемность может быть кратковременной.

Распределение гранулометрических фракций в аллювии имеет свои закономерности. В прирусловой области поймы полые воды имеют большие скорости течения, и здесь оседают наиболее мощные песчаные наносы с преобладанием фракции мелкого песка (60-80%). По мере удаления от русла скорость водного потока замедляется, полые воды осветляются, а в составе отлагаемого наилка преобладают фракции крупной пыли (0,05-0,01 мм) и ила ($< 0,001$ мм). Ближе к коренному берегу, в притеррасной части поймы из осветленных паводковых вод выпадают мелкая пыль (0,005-0,001 мм) и ил ($< 0,001$ мм).

В поймах рек выделяются 3 самостоятельных типа почвообразования: дерновый, луговой и болотный - в зависимости от характера водного режима.

Дерновый процесс обычно развивается в прирусловой пойме и на участках (гривах) центральной поймы под воздействием травянистой растительности. Для него характерно только поверхностное увлажнение, роль почвенно-грунтовых вод незначительна. При дерновом процессе идет накопление перегноя и биогенно-аккумулятивных элементов.

Луговой процесс характерен для равнинных участков центральной поймы. В отличие от дернового он проявляется в условиях оптимального, иногда повышенного атмосферно-грунтового увлажнения (луговой тип водного режима) и характеризуется совершенно иным водно-воздушным режимом и наличием как биогенной, так и гидрогенной аккумуляции веществ.

Болотный процесс типичен для низкой притеррасной поймы и понижий центральной поймы. Развивается он при устойчиво избыточном атмосферно-грунтовом увлажнении, накоплении неразложившихся растительных остатков, а также веществ, выносимых с террас и водоразделов.

По характеру почвообразовательных процессов, реакции среды, степени разложения и аккумуляции органического вещества в поймах рек выделяется 9 типов почв: аллювиальные дерновые кислые, аллювиальные дерновые насыщенные, аллювиальные дерновые опустынивающиеся карбонатные, аллювиальные луговые кислые, аллювиальные луговые насыщенные, аллювиальные луговые карбонатные, аллювиальные лугово-болотные, аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые, аллювиальные болотные иловато-торфяные.

В поймах рек можно выделить пять экосистем: 1. Экосистемы предпочвенных образований. 2. Лесные экосистемы. 3. Луговые экосистемы. 4. Болотные экосистемы. 5. Агроэкосистемы.

Экосистемы предпочвенных образований представлены песчаными пляжами, отмелями, молодыми островами, аллювий которых едва затронут процессами почвообразования. Это зона максимального отложения руслового крупнозернистого аллювия.

Лесные экосистемы пойм. Леса занимают меньшую, чем луга площадь. Они расположены в прирусловой части поймы, на больших островах и высоких гривах центральной поймы. Обширные заболоченные и торфяные понижения притеррасной поймы также бывают покрыты разреженными низкорослыми лесами.

Луговые экосистемы. Луга - основной тип растительности большин-

ства пойм России. Они представлены как первичными растительными формациями, так и луговыми экосистемами, возникшими после вырубки лесов или усыхания древесных пород вследствие изменения гидрологического режима поймы. Луговая травянистая растительность обладает большой изменчивостью видового состава, связанной с различной продолжительностью затопления поймы в разные годы и рельефом пойменной террасы.

Пойменные луга подразделяются на настоящие, болотистые и торфянистые. Настоящие луга - это луга высокого и среднего уровней по рельефу, которые освобождаются из-под паводковых вод в первую очередь. Приурочены они к широким и узким высоким гривам центральной поймы. Для них характерны хорошо аэрируемые, достаточно дренированные дерново-луговые и луговые суглинистые почвы различной мощности. Поверхность лугов обычно довольно ровная, удобная для заготовки сена машинами. Эти луга представляют лучшие сенокосы поймы.

Настоящие луга обладают достаточным разнообразием и включают как мезофитные злаковые, так и разнотравные формации. Из злаковых формаций наибольшую ценность представляют пырейная, лисохвостовая и костровая, дающие наиболее ценное в кормовом отношении сено. Мелкозлаковые луга - лугомятликовые, болотномятликовые и белополевицевые характерны для более высоких узких грив. Хозяйственная урожайность пырейных формаций 27-30 ц/га сена, костровых и лисохвостовых - 30-35 ц/га сена, лугомятликовых и белополевицевых - 20-25 ц/га сена. Большую ценность для корма скота представляют мышиногоорошковые луга с хозяйственной урожайностью 20-22 ц/га сена.

Болотистые луга располагаются на низких и средних уровнях, в межгивных понижениях, где долго застаиваются паводковые воды. Часть площади этих лугов представляют собой покосы второй очереди. Самая распространенная луговая формация - изящноосоковая, дающая около 50 ц/га сена. Почвы луговые и лугово-болотные тяжелосуглинистые. На этих же почвах, но на выровненных понижениях формируются канареечниковые луга. Это

типичные долгопоемные луга, обладающие наибольшей травянистой массой -50-60 - ц/га сена. Межгрядные и приозерные понижения в центральной пойме нередко заняты лангсдорфевейниковыми лугами с участием осоки пузырчатой и осоки изящной. Присутствие осок, образующих кочки высотой 50-60 см, обуславливает сильную неровность поверхности, что является препятствием для заготовки сена на этих лугах. Урожайность лангсдорфевейниковых лугов 18-20 ц/га сена плохого качества.

Болотные экосистемы представлены торфянистыми лугами и распространены в притеррасье на торфяно-глеевых почвах и торфяниках. Доминант - плотнокустовой оксилomezофит - осока дернистая, субдоминантом часто служит осока изящная. Обе осоки образуют высокие кочки до 50-60 см, диаметром 30-40 см. На кочках поселяются гидромезофиты и мезофиты.

Агроэкосистемы пойм. Большинство пойменных почв речных долин обладает высоким плодородием и благоприятным водным режимом для выращивания овощных, кормовых и технических культур.

В истории использования пойм можно выделить два этапа антропогенного воздействия. Первый этап связан со сведением лесов в поймах рек и формированием луговых формаций. Второй этап связан с мощным гидростроительством на реках и распахкой пойменных почв.

С 50-х годов XX века в России началась массовая распахка пойменных земель и замена луговых экосистем на агроэкосистемы. При высокой культуре земледелия в специализированных овощеводческих хозяйствах собирали высокие урожаи овощей – более 500 ц/га, картофеля – 200 - 250ц/га, корнеплодов – 400 – 600 ц/га, зеленой массы кукурузы - 400 – 500 ц/га.

Интенсивность земледелия на пойменных землях усиливается с севера на юг, от северной тайги к полупустынной зоне. Распаханность пойм и доля полевых и овощных культур в структуре пашни сильно возрастает в южно-таежно-лесной зоне, хотя пониженная теплообеспеченность этих земель остается основным лимитирующим фактором интенсивного земледелия. Пойменные земли здесь пригодны для возделывания среднеспелых и поздне-

спелых сортов капусты, моркови, столовой свеклы, а на юге таежно-лесной зоны еще и кабачков, зеленных культур. Такие культуры, как томаты, огурцы, лук-репка, на пойменных землях даже юга Нечерноземья обычно дают неустойчивые урожаи.

Капуста, морковь, столовая свекла и другие корнеплоды относятся к холодостойким растениям. Достаточная сумма активных температур для этих культур в южнотаежной зоне обеспечивается в 95% лет. На пойменных землях они дают высокие и стабильные урожаи. Для производства ранних сортов капусты, моркови, столовой свеклы наиболее пригодны прирусловые пойменные земли, более легкие по гранулометрическому составу, раньше освобождающиеся от паводка и лучше прогреваемые (Балабко П.Н., 2005).

В одном поле с белокочанной капустой возможно выращивание других представителей семейства капустных: краснокочанной капусты, репы, редьки; с культурами семейства сельдерейных - петрушки, сельдерея; со столовой свеклой - кормовой свеклы. Обязательными культурами овощных севооборотов являются однолетние и многолетние травы. В качестве однолетних трав используются викоовсяные и горохоовсяные смеси. Выбор многолетних трав зависит от продолжительности затопления. Клевер красный, клевер белый, ежа сборная, овсяница красная выдерживают до 10 суток затопления; люцерна, клевер розовый - до 15 суток; тимофеевка луговая, мятлик луговой, овсяница луговая, полевица белая - до 30 суток; кострец безостый, лисохвост луговой, бекмания обыкновенная - до 45 суток; двукисточник тростниковидный - до 60 суток. Условиям пойменных земель юга Нечерноземья наиболее отвечают 5-8-польные севообороты овощного и овоще-кормового типа, в зоне средней и северной тайги – только овоще-кормового.

На землях длительного затопления рекомендуется вводить севооборот: 1 - однолетние травы с подсевом многолетних, 2-4 - многолетние травы, 5 - капуста на хранение, 6 - капуста килоустойчивая, 7 - морковь, 8 - столовая свекла.

Для центральной и прирусловой поймы за основу следует взять сево-

оборот: 1 - однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2-3 - многолетние травы, 4 - капуста на хранение, 5 - капуста килоустойчивая, 6 - морковь, 7 - столовая свекла.

Приведенные выше севообороты могут изменяться введением дополнительно поля однолетних или многолетних трав, раннего картофеля, за исключением полей капусты или столовых корнеплодов.

При наличии земель с пониженным плодородием их следует выделять из севооборота в выводные поля и занимать культурами сплошного сева (многолетними и однолетними злакобобовыми смесями) и по мере их окультуривания включать в активное чередование с овощными культурами.

Оптимальная плотность минеральных почв для овощных культур составляет 1,0-1,2 г/см³; равновесная плотность заметно отклоняется от оптимальной. На границе пахотного и подпахотного слоев из-за многочисленных проходов машинно-тракторных агрегатов образуется плужная подошва, затруднено просачивание поверхностных вод и осадков, начинает формироваться глеевый горизонт с повышенным содержанием закисного железа. Корни растений не могут проникнуть вглубь и располагаются в пахотном слое. Чтобы избежать этого, требуется периодическое применение глубоких обработок почвы.

Интенсивные овощные севообороты без достаточного количества многолетних трав снижают плодородие, идет усиленная деградация почвы, снижение содержания гумуса, накапливаются возбудители болезней и вредители. Для повышения плодородия почвы раз в ротацию необходимо вносить большие дозы навоза (50-80 т/га) под капусту, а также использовать сидеральные культуры. Положительное действие высоких доз органических удобрений в севообороте сохраняется 3-4 года. Биологическая активность почвы усиливается от применения органических удобрений, но особенно возрастает при запашке сидерата.

При относительно пониженной теплообеспеченности пойменных земель по сравнению с плакорными в Центральном Нечерноземье, в нижнем

течении великих сибирских рек, несущих тепло с юга на север, пойменные земли оказываются наиболее обеспеченными теплом и наиболее пригодными для земледелия. В центральных районах страны пойменные земли конкурируют с черноземами, а в южных районах они отличаются наиболее благоприятными условиями для возделывания сельскохозяйственных культур вплоть до рисосеяния.

Вследствие чрезмерной антропогенной нагрузки и шаблонного использования большая часть пахотных почв пойм имеют все признаки деградации: переуплотнение пахотного и подпахотного горизонтов, обесструктурирование и проявление глыбистости, потеря гумуса, сокращение мощности гумусового горизонта, загрязнение тяжелыми металлами. Миллионы гектаров пойм Волги, Камы, Оби, Енисея находятся в затопленном, подтопленном, заболоченном или осуходоленном состоянии.

Учитывая большое народно-хозяйственное значение и экологическую роль пойменных почв, а также их легкую ранимость, дальнейшее их использование должно базироваться на адаптивных методах, суть которых заключается в максимальном приближении способов мелиорации, систем удобрений, машин, возделываемых культур к почвенно-экологическим условиям пойм.

4.6.6. Проектирование АЛСЗ на засоленных землях

Засоленные почвы представлены двумя типами солончаков (автоморфными и гидроморфными), а также солончаковыми и солончаковатыми родами черноземных, каштановых, бурых полупустынных почв, сероземов, а также полугидроморфных и гидроморфных почв. Особая категория засоленных почв представлена солонцами и солонцеватыми почвами, в которых солончаковый процесс сопряжен с солонцовым. Они рассматриваются отдельно в качестве специальных агроэкологических групп.

Характер и интенсивность использования засоленных почв зависят от климатических и почвенно-мелиоративных условий. В степной зоне глубоко-солончаковатые почвы по характеру использования в неорошаемых условиях

не отличаются от их типовых аналогов с более глубоким засолением или незасоленных.

На солончаковых почвах этой зоны и тем более солончаковых требуется дифференцированное размещение культур и агротехника в соответствии с условиями засоления. При подборе культур используют региональные группировки и шкалы солеустойчивости растений.

Большая часть засоленных почв степной зоны, вовлеченных в активный сельскохозяйственный оборот, используется в неорошаемых условиях. Орошение практикуется на более благополучных почвах. В пустынной и полупустынной зонах и в значительной мере в южной части сухой степи интенсивное земледелие связано в основном с орошением и соответственно с преодолением засоления, поскольку все почвы здесь в той или иной мере засолены или существует опасность засоления в процессе орошения. Освоение солончаковых почв возможно лишь при удалении солей в основном путем промывки. В мелиоративной практике применяются различные ее виды: поверхностная промывка, вымывание солей, сквозная промывка.

При орошении засоленных почв важное значение имеет выбор способов орошения и их комбинаций. Известные способы орошения (поверхностное, дождевание, аэрозольное или мелкодисперсное, внутрипочвенное, субирригация, капельное) имеют определенные преимущества и недостатки, которые следует учитывать сообразно мелиоративным и климатическим условиям. При всех видах поверхностного орошения - напуском по полосам, бороздам или затоплением вода движется по поверхности почвы. Преимущество полива по полосам, применяемого на культурах узкорядного, сплошного сева и при влагозарядковых поливах, заключается в том, что равномерный слой воды, покрывающий поверхность почвы, не вызывает перераспределения солей, их миграции к неполитым участкам поверхности. Недостаток этого способа - коркообразование, разрушение структуры, ирригационная эрозия. Полив по бороздам, применяемый для орошения пропашных культур, плодовых насаждений и виноградников, наиболее экономичен по сравнению

с другими видами поверхностного орошения, поскольку позволяет применять значительно меньшие поливные нормы и не требует больших объемов планировочных работ. Он не вызывает столь интенсивного разрушения структуры почвы, как полив по полосам. Недостаток его - выпотевание солей на гребнях поливной борозды, что приводит к страданию растений, особенно проростков.

Наиболее древний способ орошения - полив затоплением применяют для возделывания культур, устойчивых к затоплению, а также для влагозарядки, промывки почв от солей. Этот способ прост, высокопроизводителен, обеспечивает равномерное покрытие поверхности почвы водой, благодаря чему происходит равномерное оттеснение солей в глубокие слои почвы. Серьезные его недостатки - высокие поливные нормы, опасность быстрого подъема уровня грунтовых вод, развитие анаэробных процессов, ухудшение физических свойств почв. Данный способ является основным при возделывании риса. При этом на сильнозасоленных почвах с коэффициентом фильтрации менее 0,5 см/сут. применяется режим укороченного затопления, при котором всходы не затапливают. На почвах с коэффициентом фильтрации более 2 см./сут. практикуют прерывистое затопление с интервалом 5-6 суток.

Большими достоинствами характеризуется способ полива растений с применением механизированных дождевальных агрегатов. При дождевании достигается строго нормированная подача воды, не требуется слишком тщательная планировка поверхности почвы, отпадает необходимость устройства выводных и распределительных борозд, повышается коэффициент земельного использования. Недостатки дождевания: неравномерность полива в ветренную погоду и при повышенных поливных нормах, возникновения стока, эрозии. Дождевание нельзя использовать для влагозарядки и промывки засоленных почв. В сухостепных и аридных районах не обеспечивается глубокое промачивание почвы, возникает необходимость увеличения числа поливов, затрат энергии.

Орошение дождеванием даже при небольшой минерализации воды при

частых поливах может вызывать засоление почв. Поэтому в сухостепной и полупустынной зонах дождевание сочетают с поверхностным орошением. Первое используется для проведения вегетационных и освежительных поливов, второе - для влагозарядковых поливов и промывки почв от водорастворимых солей.

Довольно распространенным видом орошения является так называемая субиригация - регулирование уровня грунтовых вод на мелиоративных системах с помощью шлюзов. Все большее развитие получают аэрозольное, капельное, внутрипочвенное орошение. Последнее, однако, не применимо на засоленных почвах с близким залеганием минерализованных грунтовых вод.

При капельном орошении также возможно вторичное засоление почвы. Накопление солей происходит по периферии контура увлажнения в результате капиллярного влагопереноса.

Вовлечение засоленных почв в активный сельскохозяйственный оборот путем орошения приводит к сложным их изменениям, которые носят как положительный, так и негативный характер. Общим для всех орошаемых массивов является подъем уровня грунтовых вод. Интенсивность этого процесса зависит от мелиоративных условий, конструкции оросительных систем и характера их эксплуатации. В условиях технически несовершенной водопроводной и распределительной сети при неупорядоченном водопользовании и несоблюдении поливных норм и режимов орошения, скорость подъема уровня грунтовых вод может достигать 1-2 м/год, в то время как при дождевании в условиях закрытой оросительной сети скорость их подъема не превышает 0,2-0,6 м/год.

Вторичное засоление - главная причина неудач при орошении земель в полуаридных и аридных районах земного шара. Оно возникает в результате перемещения к поверхности водорастворимых солей из глубоких слоев почвообразующих и подстилающих пород и грунтовых вод или в результате орошения минерализованными водами. Оно может быть связано и с притоком минерализованных грунтовых вод с вышерасположенных орошаемых

массивов. Угроза вторичного засоления возрастает по мере повышения уровня грунтовых вод и степени их минерализации. Уровень грунтовых вод, при котором происходит накопление солей в верхних горизонтах почв, приводящее к угнетению и гибели сельскохозяйственных растений, называется критическим. Этот уровень зависит прежде всего от водоподъемной способности грунтов и изменяется, в зависимости от гранулометрического состава, преимущественно, в пределах 1,5 до 3,5 м. При этом наиболее высокой способностью к капиллярному подъему воды характеризуются средние суглинки, особенно лессы (до 3,5 - 4 м); в тяжелосуглинистых породах она снижается до 2 м, в тяжелоглинистых до 1,5 м, в песчаных и супесчаных до 0,5 - 1,5 м. Критический уровень грунтовых вод зависит также от их минерализации. Чем она выше, тем с большей глубины грунтовые воды могут вызывать засоление почв.

Опасность вторичного засоления возрастает по мере усиления засушливости климата. По данным Б.А.Зимовца (1991), при глубине грунтовых вод 1,0-1,5 м и минерализации 3-5 г/л ежегодная прибавка солей в верхнем метровом слое южных черноземов и темно-каштановых почв не превышает 0,03-0,05%, с увеличением минерализации до 7-10 г/л прибавка солей возрастает до 0,07-0,09%. Для подзоны каштановых и светло-каштановых почв темпы сезонно-годового соленакопления более высокие: при том же уровне и минерализации грунтовых вод они достигают 0,0-0,07%. В то же время в гидроморфных каштановых почвах многолетняя и сезонно-годовая активность соленакопления остается в 2-3 раза ниже активности соленакопления в гидроморфных почвах сероземной зоны, особенно при глубине грунтовых вод 2-3 м.

Если для регулирования солевого режима орошаемых черноземных и каштановых почв в полугидроморфных условиях можно использовать дождевание, то в пустынных условиях оно не обеспечивает оптимизации водно-солевого режима орошаемых почв ни в автоморфных, ни в гидроморфных условиях, особенно при минерализованных грунтовых водах (5-10%). При

близком их залегании к поверхности (2-3 м) за вегетационный период в корнеобитаемом слое накапливается свыше 0,3% солей. Для удаления избытка солей требуется дополнительный влагозарядковый полив поверхностным способом. Относительно слабая активность сезонно-годового соленакопления в корнеобитаемом слое орошаемых почв сухостепной зоны позволяет использовать субиригацию при пресных и слабоминерализованных грунтовых водах и удовлетворительном их оттоке. При необеспеченном естественном оттоке грунтовых вод оптимизировать водно-солевой режим глубоководных засоленных черноземных и каштановых почв в гидроморфных условиях возможно только на основе инженерного дренажа. В целом критические параметры солевого режима, зависящие от перечисленных факторов, должны устанавливаться для конкретных условий на основе практического опыта.

Реальная опасность вторичного засоления пахотного слоя черноземных, каштановых почв и солонцов существует при очень слабом естественном оттоке минерализованных грунтовых вод (более 5-7 г/л), залегающих на глубине 1,0-1,5 м и выше. Вторичные солончаковые почвы и солончаки формируются прежде всего в богарных вторично гидроморфных условиях, которые наблюдаются на периферии орошаемых массивов, вблизи открытых оросительных каналов, не имеющих защитных средств от инфильтрации.

Солевой режим орошаемых почв в большой мере определяется способами и режимами орошения соответственно глубиной промачивания при орошении. Различают мелкое промачивание - до 0,5 м, среднее промачивание - до 1,0 м и глубокое - более 1,0-1,5 м. При этом глубина промачивания влияет не только на оценку водно-солевого режима корнеобитаемого слоя, но и на гидрогеологическое и геохимическое состояние ландшафта.

При поверхностных способах полива, обеспечивающих, как правило, глубокое промачивание почв, создается промывной режим орошения. В условиях открытой оросительной сети происходят большие потери на инфильтрацию и при отсутствии дренажа наблюдается подъем уровня грунтовых вод и увеличение их минерализации.

На фоне дренажа интенсивный промывной режим орошения приводит к другим неблагоприятным последствиям. Они связаны с большим расходом пресных поливных вод, активизацией процессов миграции солей из древних аккумуляций, законсервированных в глубоких слоях зоны аэрации, поступлением этих солей в общий гидрогеохимический сток, ухудшением качества речной воды в нижних частях бассейнов рек. Промывной режим орошения на фоне интенсивного дренажа нередко приводит к ощелачиванию почв и грунтовых вод за счет десорбции обменных натрия и магния. При промывном водном режиме почти повсеместно наблюдается ухудшение свойств почв, связанных с разрушением и потерей органического вещества, гипса, карбоната кальция, дезагрегацией структуры почв, уплотнением пахотного и подпахотного горизонтов, выносом питательных элементов.

Иначе складывается водно-солевой режим при дождевании из закрытой оросительной сети, при котором почвы промачиваются на глубину не более 0,5-1 м. В результате орошения широкозахватной техникой с поливной нормой не более 350-450 м³/га в глубоководно засоленных черноземных и темно-каштановых почвах формируется непромывной водный режим, обеспечивающий сохранение природных запасов солей на глубине 2 м и более. Периодически промывной водный режим формируется лишь в лугово-черноземных и лугово-каштановых почвах, расположенных в микропонижениях, через которые осуществляется потускулярное (очаговое) пополнение грунтовых вод.

В совокупности задач, которые приходится решать при эксплуатации ирригационных систем в районах массового орошения все более обостряется проблема утилизации дренажного стока, которая ранее не возникала при локальном орошении. Пока что она остается нерешенной ни в технико-экономическом, ни в экологическом аспектах, хотя разрабатываются различные варианты решений, в том числе: сброс минерализованных вод в местные понижения; отвод их в море; закачка в глубоко залегающие водоносные слои; использование на промывку и освоение солончаковых почв; очистка и опреснение, в том числе на атомных станциях.

Важнейшим условием орошения является оптимальное качество оросительной воды. При оценке пригодности воды для полива учитывается опасность засоления, осолонцевания почв, подщелачивания, загрязнения токсичными веществами.

Успех мелиорации засоленных почв зависит от характера их использования в мелиоративный и последующий периоды. Определяющую роль в данном отношении играет выбор культур и технологий их возделывания. Растения облегчают проведение мелиорации уже на начальном этапе. Реставрация засоления на промытых почвах чаще наблюдается в тех случаях, когда после промывки они остаются неосвоенными. При отсутствии значительного растительного покрова усиливается перенос солей к поверхности промытой почвы. Угроза этих вторичных процессов особенно велика, если в почве сохраняется значительное остаточное засоление. В тех случаях, когда необходимо промыть сильнозасоленную почву, опреснение которой не может быть достигнуто в течение одного промывного сезона, применение специальных культур-освоителей особенно важно. При этом, помимо затенения поверхности почвы, существенную роль играет разрыхляющее действие корневой системы, улучшение структуры почвы, фильтрационной способности.

Сильное воздействие на водно-солевой режим и физические свойства почв оказывает культура многолетних трав, особенно люцерны. Она благоприятствует значительному ускорению мелиоративного процесса. Благодаря высокой транспирации (10000-18000 м³/га) на полях с хорошо развитой люцерной в течение вегетационного периода уровень грунтовых вод часто на 70-100 см ниже, чем на соседних полях с пропашными культурами.

В качестве культуры-освоителя на недопромытых почвах нередко используется подсолнечник, обладающий высокой солеустойчивостью. Он развивает большую массу, потому хорошо затеняет поверхность почвы и улучшает ее свойства. При использовании орошаемых засоленных почв следует стремиться к максимальному сокращению периода, в течение которого почва остается без растительного покрова, поэтому там, где невозможно по-

лучить два урожая, следует практиковать пожнивные культуры.

Учитывая повышенную уплотняемость почв при орошении, необходимо предусматривать в системе обработки почвы глубокие вспашки и рыхления.

В качестве важного мелиоративного мероприятия, своего рода "биологического дренажа" следует рассматривать посадку двух-трехрядных лесополос вдоль всех постоянных элементов оросительной сети. Лесные насаждения расходуют большое количество грунтовых вод на транспирацию. Один гектар насаждения древесных пород может транспирировать 10000-20000 м³/га грунтовых вод. Лесополосы вдоль оросительных каналов снижают уровень грунтовых вод на 1 м и более, создавая уклон их к каналу. Кроме того, полосные лесонасаждения уменьшают скорость ветра, ослабляют физическое испарение влаги с поверхности почвы, уменьшают сухость воздуха. Выбор древесных пород производится с учетом степени засоленности почв.

Длительное использование почв в условиях орошения оказывает существенное влияние на их эволюцию и агрономические свойства. В зависимости от исходного состояния почв, режимов орошения и технологий возделывания сельскохозяйственных культур изменяется их мелиоративное состояние. При орошении черноземных, каштановых и других почв с глубоким засолением в ирригационно-автоморфных условиях с использованием кондиционных оросительных вод в условиях высокой культуры земледелия, применения органических и минеральных удобрений, травосеяния и сидерации существенных изменений в генетических признаках этих почв не происходит. Компенсация недостатка воды и питательных веществ орошением и удобрениями определяет значительное повышение их производительности. Примеры высокоэффективного использования орошаемых почв достаточно многочисленны, особенно в районах с высокой ирригационной культурой населения.

При различных нарушениях ирригационно-агротехнического комплекса в автоморфных почвах происходит снижение содержания гумуса, пита-

тельных элементов (в связи с высоким урожаем и потерями в результате нисходящей миграции), уплотнение почвы, но эти изменения находятся в пределах их генетических характеристик.

Иначе складывается эволюция почв при близких и минерализованных грунтовых водах, а также использовании поливных вод повышенной минерализации. В ирригационно-гидроморфных условиях, не обеспеченных дренажом, в черноземных, каштановых и других почвах формируется новый солевой состав, который отражается не только на родовых, но и типовых признаках. Эти почвы переходят в категорию солонцово-солончаковых. В зависимости от состава и концентрации грунтовых и поливных вод и климатических условий длительность этих преобразований составляет от 2-3 до 8-10 лет. Сильно снижается производительность почв в результате ощелачивания. В качестве критического уровня, начиная с которого существенно снижается урожайность культур и требуется мелиоративные мероприятия, считается величина общей щелочности 1,4 мг-экв/100г почвы, в том числе токсичной 1,0 мг-экв/100 г. В условиях щелочной реакции в орошаемых почвах усиливаются потери органического вещества.

При поверхностных способах полива наблюдается заметное повышение плотности почвы. По данным А.Г. Бондарева (1982) на почвах каштаново-солонцового комплекса оно прослеживается до глубины 1,0-1,5 м при наибольших изменениях (на 0,2-0,4 г/см³) на глубине 0,3-0,9 м. При орошении дождеванием увеличение плотности почвы отмечено на глубине до 40-60 см. На уплотнение орошаемых почв наряду с физико-химическими процессами сильное влияние оказывает давление ходовых систем сельскохозяйственной техники. Специфический характер ухудшения почв связан с периодическими переполивками, когда формируется застойно-промывной водный режим с частой сменой аэробных и анаэробных условий. В результате развивающихся элювиально-глеевых процессов происходит вынос оснований, подкисление среды, повышение дисперсности органического вещества, происходит деградация черноземных и каштановых почв.

Особый путь эволюции претерпевают почвы с высоким исходным засолением, особенно солончаки. Под влиянием комплекса ирригационно-агротехнических мероприятий в них формируются новые режимы свойства, постепенно приближающие их к зональным орошаемым почвам. Однако при нарушении мелиоративных режимов происходит довольно быстрая реставрация процессов засоления, особенно в ирригационно-гидроморфных условиях. Создание оросительных систем на засоленных почвах часто имеет неблагоприятные экологические последствия, связанные с тем, что дренажный сток транспортирует в водоприемник большие количества солей, различных токсичных соединений (остатков пестицидов и их дериватов, тяжелых металлов). Происходит повышение концентрации солей в водах водоисточников, их эвтрофикация. В связи с этим весьма актуальна проблема сокращения дренажного минерализованного стока с оросительных систем. Она может быть решена прежде всего путем пересмотра поливных норм, опреснения поверхностных горизонтов способом вымывания, усиления роли биологического дренажа и другими средствами.

4.6.7. Проектирование АЛСЗ на солонцовых землях

В составе сельскохозяйственных угодий России 22,5 млн га почв солонцовых комплексов. Большая их часть вовлечена в активный сельскохозяйственный оборот, в том числе 13 млн га в пашню. В основном они используются с низкой эффективностью, за исключением небольшой их части, подвергнутых мелиоративному улучшению.

Солонцовые земли требуют специфического подхода к их использованию и поэтому еще в период освоения зональных систем земледелия в начале 80-х годов для них разрабатывались специальные системы (Кирюшин В.И., 1983). Теперь в зависимости от провинциальных условий лесостепной, степной и полупустынной зон, где располагаются солонцовые комплексы, напрашивается выделение целого ряда экологических групп этих земель, для которых должны быть разработаны адаптивно-ландшафтные системы земле-

деляя. Для этого, как правило, имеются необходимые научные предпосылки, поскольку в России со времени К.КГедройца – основоположника теории происхождения и мелиорации солонцов этой проблеме уделялось большое внимание.

Солонцовые ландшафты характеризуются необычайным многообразием, которое определяется различной структурой почвенного покрова (разным участием солонцов в комплексе), гидрогеологическим режимом, характером и интенсивностью проявления солонцеватости почв, условиями засоления (типом засоления и глубиной залегания солевых горизонтов), строением почвенного профиля (особенно мощностью надсолонцового горизонта), наличием гипса или карбоната кальция в подсолонцовом горизонтах и др.

Для различных категорий солонцов разработаны приемы их улучшения, которые представлены тремя направлениями: химическая мелиорация; самомелиорация за счет внутрипочвенных запасов кальциевых солей; приспособительные приемы улучшения с помощью глубоких безотвальных обработок.

Помимо разных подходов к мелиорации солонцы различаются по характеру их использования: подбору культур, севооборотам, созданию пастбищно-сенокосных угодий, системе обработки почвы, уходу за посевами.

Для подбора культур разработаны соответствующие региональные рекомендации, предложены группировки сельскохозяйственных культур по солеустойчивости и солонцеустойчивости (Кирюшин В.И., 1976).

В зависимости от разнообразия солонцовых земель и уровня интенсификации производства в пределах тех или иных природно-сельскохозяйственных провинций может разрабатываться от одной до нескольких адаптивно-ландшафтных солонцовых систем земледелия. Опыт показывает необходимость выделения в первую очередь агроэкологической группы так называемых малосолонцовых земель с участием солонцов 10 - 25 (30)%, которые имеются в большинстве провинций названных зон. Затем выделяются группы среднесолонцовых земель (комплексы с участием солонцов

25(30) – 50% и многосолонцовых земель (комплексы с преобладанием солонцов). Если в составе угодий велики площади солонцов и их разнообразие, выделяются особо группы степных и луговых комплексов, а также группы солонцово-солончаковых комплексов. В большинстве случаев, однако, детализация различных категорий солонцов целесообразна на уровне агроэкологических типов земель в пределах агроэкологических групп.

Рассмотрим особенности формирования АЛСЗ для двух наиболее распространенных групп солонцовых земель – малосолонцовых и среднесолонцовых на примере Заволжской и Казахстанской провинций степной зоны.

Группа малосолонцовых земель представлена комплексами черноземов обыкновенных, черноземов южных и лугово-черноземных почв с солонцами степными и лугово-степными 10-25%. Доля этих земель в пашне довольно велика. Они характеризуются пониженной продуктивностью и снижают эффективность использования черноземов вследствие неоднородности почвенного покрова, различных сроков готовности почвы к обработке и посеву, неравномерности созревания посевов, усиления их засоренности из-за нарушения сроков проведения агротехнических мероприятий.

Группа включает следующие агроэкологические типы земель.

1. Черноземы и лугово-черноземные почвы несолонцеватые и слабосолонцеватые в комплексах с солонцами степными и лугово-степными с содержанием обменного натрия в горизонтах B_1 и B_2 менее 10% от емкости обмена.

Эти черноземно-солонцовые комплексы характеризуются наименьшей контрастностью почвенного покрова, а солонцы, преимущественно остаточные, не требуют специальных мелиораций, хотя хорошо отзываются на мелиоративные обработки. Они могут быть использованы в таких же полевых севооборотах, как и на зональных почвах. Однако вместо пшеницы и кукурузы здесь целесообразно повышать долю зерно-фуражных культур, суданской травы. Целесообразно внесение повышенных доз навоза на пятна солонцов. В системе основной обработки при пересыхании почв более эффективно ис-

пользование стоек СибИМЭ вместо плоскорезов-глубокорыхлителей.

2. Черноземы и лугово-черноземные почвы несолонцеватые, слабо- и среднесолонцеватые в комплексах с солонцами степными и лугово-степными с содержанием обменного натрия в горизонтах B_1 и B_2 10-20% от емкости обмена.

Малонатриевые солонцы, так же как и среднесолонцеватые черноземы и лугово-черноземные почвы характеризуются отчетливо выраженной физической и физико-химической солонцеватостью. Устойчивое эффективное использование этих почв возможно лишь после их мелиорации. Если пятна солонцов располагаются среди несолонцеватых почв, наиболее рациональный прием мелиорации – выборочное гипсование, особенно при глубоком залегании карбоната кальция и гипса. На солонцовых комплексах, где фоновая почва характеризуется средней солонцеватостью при близком залегании кальциевых солей наиболее эффективно применение мелиоративной обработки – трехъярусной или плантажной на глубину до 40 см. В мелиоративный период в этом случае целесообразно возделывание культур, способствующих рассолонцеванию почв, из которых особое положение занимает донник. По прохождении этого периода через 3-4 года использование таких почв возможно в той же системе, что и плакорных, хотя предпочтение должно отдаваться более неприхотливым культурам.

Если мелиорация не проводится, данные земли могут использоваться в пашне с набором солонцеустойчивых культур.

3. Черноземы и лугово-черноземные почвы несолонцовые и солонцеватые в комплексе с солонцами степными и лугово-степными с содержанием обменного натрия в горизонтах B_1 и B_2 более 20% от емкости обмена.

Средненатриевые солонцы характеризуются высокой пептизируемостью, крайне неблагоприятными водно-физическими свойствами и образуют мощную корку. Поэтому они отличаются очень угнетенным состоянием растений, а чаще всего выделяются в виде голых пятен. На таких пятнах пробуксовывают движители машин, образуя колеи, залипают рабочие органы поч-

вообрабатывающих орудий. Мелиоративные приемы здесь те же, что и на солонцах малонатриевых. Отличие заключается в более высоких дозах мелиорантов для выборочной химической мелиорации пятен солонцов. Самомелиорация, т.е. применение трехъярусной или плантажной вспашки на этих солонцах дает высокий и ускоренный эффект при близком залегании гипса. На безгипсовых высококарбонатных солонцах мелиоративный процесс за счет карбоната кальция проявляется значительно медленнее в связи с повышенной щелочностью и соответственно низкой растворимостью CaCO_3 .

Плантажная и трехъярусная вспашки оказывают эффективное мелиоративное воздействие на солонцеватые черноземы, а также способствуют повышению продуктивности несолоцеватых почв, благодаря улучшению их водно-физических свойств и режима влаги.

После мелиорации данные почвы можно использовать в пашне в той же системе, что и плакорные, при соответствующем подборе культур. При использовании этих земель в пашне без мелиорации следует ориентироваться не применение солонцеустойчивых культур.

Группа среднесолонцовых земель представлена комплексами черноземов обыкновенных, черноземов южных, лугово-черноземных почв различной степени солонцеватости и солонцов степных и лугово-степных с участием их 25-50%.

Основное направление использования земель данной группы – производство кормов в сенокосо-пастбищеоборотах и в меньшей степени в полевых севооборотах при возделывании наиболее солонцеустойчивых и солеустойчивых культур. Значительная часть этих земель может быть улучшена путем мелиорации, часть – за счет приспособительных мероприятий.

Группа объединяет следующие агроэкологические типы земель:

1. Черноземы и лугово-черноземные почвы несолонцеватые и слабосолонцеватые в комплексах с солонцами степными и лугово-степными, содержащими менее 10% обменного натрия.

Данный тип земель относится к наиболее благополучным в данной

группе. Они могут использоваться в пашне в той же системе, что и плакорные земли, но из однолетних культур предпочтительны ячмень, просо, могар, суданская трава, овес. Последний лучше удастся на лугово-степных солонцовых комплексах. Значительное повышение плодородия этих почв при близком залегании кальциевых солей достигается с помощью плантажной и трехъярусной вспашки, после которых практикуется систематическая мелкая плоскорезная обработка. Существенный мелиоративный эффект дает глубокая вспашка на глубину 30-33 см при вовлечении в пахотный слой близко расположенного карбоната кальция. После этой “полумелиоративной” обработки следует практиковать разноглубинную плоскорезную обработку почвы. Возможные севообороты на мелиорируемых солонцах: пар – пшеница – ячмень – просо кормовое – ячмень (овес) – многолетние травы; пар – ячмень – суданская трава – ячмень – многолетние травы.

2. Черноземы и лугово-черноземные почвы несолонцеватые, слабо- и среднесолонцеватые в комплексах с солонцами степными и лугово-степными глубокими, средними и мелкими, содержащими 10-20% обменного натрия в горизонтах В₁ и В₂ с засолением в слое 0-40 см не более среднего.

Продуктивность этих земель ниже, по сравнению с предыдущими. Для эффективного использования их в пашне нужна мелиорация, которая достигается плантажной или трехъярусной вспашкой при наличии гипса или карбонатов кальция в слое выше 40 см или внесением гипса на глубококарбонатных солонцах. При этом на комплексах с участием солонцов 25-50% возможна выборочная мелиорация пятен при умеренной пестроте почвенного покрова.

На солончаковых солонцах в мелиоративный период целесообразно высевать горчицу, донник, при повышенном увлажнении – пырей бескорневищный; на солончаковатых солонцах, помимо этих культур – ячмень, овес, кормовое просо, суданскую траву, могар, смеси донника с просом или могаром, житняк; при слабом засолении и повышенном увлажнении – костер, люцерну. Оптимальные севообороты на степных солонцовых комплексах под-

зоны обыкновенных черноземов: пар – ячмень (овес) – просо с донником – донник – ячмень; на степных солонцах подзоны южных черноземов: пар – ячмень – суданская трава с донником – донник – ячмень. На лугово-степных солонцах, особенно солончаковых с повышенным засолением, следует увеличивать долю многолетних трав. Возможные севообороты: пар – ячмень (овес) – многолетние травы (3-4 года; пар – просо кормовое с донником – донник – многолетние травы (4-5 лет).

Система обработки почвы в севооборотах плоскорезная с чередованием глубокой обработки (25-27 см) плоскорезом-глубококорыхлителем с мелкой обработкой культиватором-плоскорезом КПП-2,2 (12-14 см). Частота применения глубокой обработки зависит от степени уплотнения почвы.

Использование малонатриевых солонцов без применения мелиорации в полевых севооборотах ограничено. При этом вводятся наиболее солонцезоустойчивые культуры, особенно донник, суданская трава, горчица, просо кормовое. В системе обработки почвы преобладает глубокое рыхление предпочтительно стойками СибИМЭ.

Наиболее рациональное использование данных солонцов – создание сенокосно-пастбищеоборотов. Весьма эффективно создание пастбищ с использованием волоснеца ситникового. Часть солонцов этой категории может быть улучшена “полумелиоративным путем” с помощью вспашки обычными плугами на глубину 30-33 см при вовлечении в пахотный слой карбоната кальция, если он располагается близко к поверхности.

3. Черноземы и лугово-черноземные почвы различной степени солонцеватости в комплексах с солонцами степными и лугово-степными средними и мелкими с содержанием обменного натрия в горизонтах B_1 и B_2 более 20% от емкости обмена и с засолением в слое 0-40 см не более среднего.

Солонцы, входящие в состав данного типа земель, по своим физическим свойствам значительно хуже малонатриевых из-за высокой степени пептизированности под влиянием повышенных количеств обменного натрия. При извлечении на поверхность солонцовых горизонтов образуется мощная,

плотная корка, под которой погибает большая часть проростков. После обычной распашки комплексов такие солонцы выделяются в виде голых пятен. Использование данных земель в пашне без мелиорации нецелесообразно. Имеется положительный опыт освоения средненатриевых лугово-степных солонцов под сенокосно-пастбищные угодья с помощью безотвальной обработки стойками СибИМЭ в тех случаях, когда на поверхность не извлечен солонцовый горизонт.

Эффективное использование данных земель достигается на фоне мелиорации, которая осуществляется трехъярусной или плантажной вспашкой при близком расположении гипса (выше 40 см) или гипсованием при глубоком его залегании. Трехъярусная вспашка предпочтительнее на почвах с пониженным содержанием гумуса (менее 1,5-2% в слое 0-40 см) или резким снижением его содержания с глубиной. Система мероприятий по использованию земель данного экологического типа после мелиоративных обработок и гипсования такая же, как и земель предыдущего типа.

4. Комплексы лугово-черноземных и луговых солонцеватых почв с солонцами лугово-степными и луговыми средними и мелкими средnezасоленными.

Главным лимитирующим фактором продуктивности солонцов, входящих в этот тип земель является активная физико-химическая солонцеватость, которая поддерживается близким залеганием солей и минерализованных грунтовых вод. Возможности химической мелиорации и самомелиорации таких солонцов ограничены в связи с наличием условий для восстановления и поддержания солонцеватости почв. Тем не менее улучшение кормовых угодий на таких землях с помощью приспособительных мероприятий дает существенный эффект, благодаря значительной их обводненности вследствие дополнительного поверхностного и грунтового увлажнения. При этом важно не допускать извлечения на поверхность солонцового горизонта. Главным приемом освоения и использования данных земель является безотвальная обработка рыхлителем РС-1,5 или РСН-2,9 на глубину 30-35 см с предваритель-

ной разделкой дернины дисковыми орудиями, фрезами или плугами. На следующий год после подъема целины высеваются многолетние травы, преимущественно пырей, волоснец ситниковый, при слабом засолении – костер, люцерна.

В особую агроэкологическую группу земель выделяются:

- луговые солонцово-солончаковые комплексы, включающие солонцы луговые сильнозасоленные, солонцы-солончаки и луговые солонцеватые солончаковатые почвы;
- корковые солонцы и их комплексы;
- солонцы в комплексе с малонатриевыми щелнистыми почвами.

Эти земли в ближайшей перспективе нецелесообразно использовать в сельскохозяйственных целях. В крайнем случае возможно весьма умеренное пастбищное использование.

Из всего сказанного со всей очевидностью вытекает необходимость комплексного решения задач по мелиорации и использованию солонцов в рамках определенной адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Мелиоративный эффект гипсования, трехъярусной или плантажной вспашки зависит от характера использования солонцов в мелиоративный период. Например, многолетние травы, посеянные после мелиоративной обработки степных и лугово-степных солонцов, пересушивая почву, сдерживают мелиоративный процесс в неорошаемых условиях, поскольку замедляются обменные реакции натрия ППК и кальция мелиорантов и удаление продуктов реакции за пределы пахотного слоя. В паровых полях, под однолетними культурами, наоборот, мелиоративный процесс ускоряется. В то же время чистый пар должен быть совершенно исключен на солонцах с близким залеганием минерализованных грунтовых вод, здесь предпочтительны многолетние травы.

4.6.8. Проектирование АЛСЗ на мерзлотных землях

Задача конструирования агроландшафтов и адаптивно-функционального встраивания их в природные ландшафты приобретает осо-

бое значение в районах Севера, отличающихся необычайной пестротой природных условий. Структура почвенного покрова при всей неоднородности ее в таежно-лесной зоне еще более усложняется к северу северотаежной зоны.

Главными факторами продвижения земледелия на север являются низкая теплообеспеченность, позднее и неглубокое прогревание почв в период вегетации, высокая их заболоченность и кислотность. В северной тайге уже все почвы переувлажнены, в том числе зональные – глееподзолистые.

Значительная часть северной территории лежит в области мерзлотных и длительно-сезонномерзлотных почв, водный режим которых в период вегетации зависит от предыдущих зим.

При всей суровости природы Севера есть в ней и благоприятные для земледелия уникальные особенности. Прозрачность атмосферы вследствие низкого содержания водяных паров и пыли и продолжительность светового дня, переходящего в полярный день, способствуют повышению продуктивности фитоценозов, проявлению гигантизма трав. Благодаря такой освещенности и смягчению суточных колебаний температур на Севере удавалось получать хорошие урожаи сельскохозяйственных растений. Опираясь на исторический опыт, Н.И.Вавилов, Д.Н.Прянишников и другие ученые обосновали целесообразность "осеверения" отечественного земледелия. К сожалению, возобладала экспансия земледелия в засушливые районы, в том числе полупустынные. Если бы инвестиции направлялись на интенсификацию оазисного земледелия в аридных и полуаридных районах и локального земледелия в наиболее благоприятных местах таежной зоны, удалось бы избежать известных экологических эксцессов и добиться лучших экономических результатов в той и другой зонах.

В последние годы взят курс на свертывание сельскохозяйственного производства на Севере. Заброшены значительные площади освоенных земель, которые зарастают лесом и превращаются в исходное состояние. Все это в ближайшей перспективе предстоит восстанавливать. По мере продвижения земледелия к его северным границам усиливается значение адаптации

онного подхода как в отношении подбора приспособленных к местным условиям культур и сортов, так и дифференциации их размещения в соответствии с разнообразными геоморфологическими, почвенными, микроклиматическими и другими условиями. Известно, что культурные растения становятся особенно чувствительными к локальным условиям среды у биологических границ своего ареала. Поэтому степень защищенности участка от ветра, экспозиция склона, свойства почвы оказываются важными факторами, усиливающими или ослабляющими действие температурного стресса. Особое значение имеет выявление местоположений с относительно благоприятными микроклиматическими условиями в районах Крайнего Севера. К таковым относятся защищенные от холодных северных ветров береговые склоны южной экспозиции с повышенной инсоляцией, закрытые от холодных ветров, хорошо инсолируемые долины. Исторический опыт такого рода ландшафтной адаптации земледелия богат, особенно в европейской части страны.

Чем ближе к северной границе земледелия, тем в большей мере оно приобретает "островной" характер. Это связано не только с трудностью выбора наиболее благополучных земель, но и необходимостью тепловой защиты. Дело в том, что леса, реки, болота, водоемы играют важную теплоохранную роль по отношению к почвенному покрову. В условиях севера мерзлота сохраняется на гораздо дольше, чем под лесом. Поэтому создание крупных безлесных массивов приводит к снижению мощности снежного покрова и уменьшению его теплозащитной роли. В результате промерзание почв резко усиливается, а тепловые ресурсы вегетационного периода снижаются. Известно также, что сельскохозяйственное освоение кустарниковых тундр нередко сопровождается понижением среднегодовых температур почв, а значит, и тепловых ресурсов вегетационного периода.

Особое значение в земледелии Севера имеют долины рек, которые нередко называют тепловыми артериями или сравнивают с "отопительными системами". Сельскохозяйственное производство в направлении с юга на север вытесняется сначала с междуречий на приречья, а затем с приречий в доли-

ны, а еще северней локализуется в основном в поймах. Долинные и придолинные земли, где негативное влияние криогенеза смягчается отепляющим речным стоком с южных территорий на север, а плодородие почв поддерживается за счет наилка, традиционно рассматриваются в сельском хозяйстве Севера в качестве "золотого земельного фонда". Именно по долинам рек шло сельскохозяйственное освоение Севера. Долины таких крупных рек, как Северная Двина, Печора и низовья их основных притоков традиционно использовались как естественные заливные луга высокого качества, дающие до 2 – 3 т/га высококачественного сена. Долины рек, особенно поймы с аллювиальными почвами, являются своеобразными теплыми оазисами среди холодных лесоболотных ландшафтов междуречий. Однако эти оазисы крайне неустойчивы к антропогенным воздействиям.

Специфическая особенность северных биогеоценозов – высокая ранимость, следствием чего являются антропогенное заболачивание, омерзлочивание (криотизация), деградация растительного и почвенного покрова. Здесь резко повышается опасность уплотнения почв тяжелой техникой. Орошение и осушение почв в условиях Севера требуют особой гибкости и осторожности, поскольку в условиях дефицита тепла при резких изменениях теплоемкости и теплопроводности почв усиливается температурный стресс.

При осушении болот и лугов в поймах важно сохранять режим их поемности. Одновременно особое влияние следует уделять сохранению верховых болот, отдельных лесных массивов, озер, малых рек, создавая для этого заказники, заповедники, предусматривая водоохранные зоны. При выборе рационального способа осушения, как любого другого мелиоративного мероприятия, должны рассматриваться все возможные альтернативные варианты. При мелиорации пойменных земель таковыми могут быть: отказ от осушения в пользу биологической мелиорации путем выращивания влагоустойчивых многолетних трав; применение выборочного осушения с агромелиоративными мероприятиями; устройство польдерных систем с частичным или полным обваловыванием.

Развивая в перспективе осушительные мелиорации, без которых у северного земледелия не может быть большого будущего, необходимо увязывать их со всеми другими мелиоративными, культуртехническими и агротехническими мероприятиями, вписывая их в адаптивно-ландшафтные системы земледелия. При этом особую роль всегда будут играть тепловые мелиорации, позволяющие удлинить теплый период и сократить потери сельскохозяйственной продукции от заморозков. В качестве таковых особенно важны мероприятия по снегозадержанию с помощью лесных и кустарниковых полос, защищающих поля также от холодных ветров. Большое значение для улучшения теплового режима имеет пескование и глинование торфяных болотных осушенных почв. Уменьшает потери тепла глубокое осеннее рыхление почвы вместо обычной отвальной зяби. Удлинению вегетационного периода способствует искусственное сведение снега весной.

Следует иметь в виду, что систематическое применение тепломелиораций может сдвинуть теплообмен в почве в благоприятную сторону в многолетнем аспекте. В условиях сложного рельефа при организации полей на теплых склонах, где возрастает опасность эрозии, особенно на мерзлотных почвах, размеры и конфигурация участков, вписываемых в лесные массивы, должны лимитироваться длиной эрозионного разбега.

Проблема земледельческого освоения и использования северных территорий осложняется в восточном направлении. Перед приполярным земледелием Сибири по сравнению с европейским Севером возникает дополнительно ряд проблем. Если нижнее течение Оби от Ханты-Мансийска до Салехарда в основном укладывается в параметры приполярного земледелия Восточной Европы (короче вегетационный период), то уже начиная со Средней Сибири приходится сталкиваться с трудностями, обусловленными вечной мерзлотой. В центральной Сибири вечная мерзлота захватывает Туруханский край, а в Забайкалье спускается до 52-53 градуса северной широты, смыкаясь с сухими степями. Как правило, такие земли для возделывания обычных сельскохозяйственных культур без коренной мелиорации их свойств непри-

годны.

Наиболее благоприятны для сельскохозяйственного использования долины великих сибирских рек, где радиационный баланс существенно пополняется конвекционным теплом, принесенным водами с юга. По днищу долин, как правило, формируются сезонно-мерзлотные почвы, наилучшие для сельскохозяйственного использования (луговые, лугово-болотные, лугово-глеевые) с оттаивающим за лето корнеобитаемым слоем. На них обычно произрастает пышная луговая растительность. Сенокосо-пастбищное использование пойменных лугов сложилось издревле.

Для переувлажненных пойменных почв интенсивное пастбищное использование недопустимо, поскольку быстро вызывает переуплотнение и заболачивание. Приоритетно сенокосное использование с применением экологически обусловленной техники. Создание продуктивных сенокосов сопряжено здесь с применением удобрений, в первую очередь азотных. Однако использование их должно быть достаточно точным, чтобы исключить попадание в речную воду. Наилучшими земельными ресурсами для земледелия на мерзлотных почвах обладает Якутия. В юго-западной части в условиях засушливого климата сформировались вторичные степи с черноземовидными почвами, характеризующимися значительными запасами гумуса и биогенных элементов, однако степень их пригодности для сельскохозяйственного использования понижена из-за неблагоприятного температурного режима. Максимальная глубина оттаивания, достигаемая в начале августа, составляет 1.5 – 2 метра. Тем не менее, на этих почвах можно возделывать большинство сельскохозяйственных культур умеренного пояса, кроме просовидных. Особенно неплохо удаются посевы, обращенные уклоном на юг (левобережье), где тепла может быть на 10-12% больше, чем на плоских территориях. Здесь вполне возможны зернопаровые и зернотравяные севообороты с короткой ротацией. По мере приближения к Якутску может возрастать доля трав, картофеля и овощей. Наиболее опасны состояния пашни весной, когда после глубокого ночного вымораживания под солнечными лучами происходит рас-

таивание поверхностного надмерзлотного слоя. В этом состоянии почвы легко поддаются размыванию.

Необходимо дальнейшее повышение степени почвозащитности механических обработок. Должны быть исследованы возможности применения прямого посева, особенно на теплых быстропрогреваемых склонах. Хотя оставление стерни существенно отодвигает, иногда на неделю, время посева, но степень устойчивости почвы к ветровой эрозии значительно повышается, а применение необходимых удобрений позволяет снять дефицит питания. Гораздо шире следует практиковать контурную организацию территории и применение рыхлящих орудий типа стоек СибИМЭ, чизелей.

Другим ареалом приполярного земледелия Сибири является Магаданско-Колымский район. Приохотская территория этого района представлена сезонно-мерзлотными таежными почвами. Долина Колымы характеризуется классически мерзлотными почвами со всеми вытекающими проблемами. В отличие от большинства пахотных почв Якутии эти почвы весьма неустойчивы к размыванию, требуют устранения повышенной кислотности, бедны подвижными элементами питания. Возделываются здесь в основном картофель, овощи и, по возможности, корма для небольшого поголовья скота. В основе технологий здесь лежит система отвальных обработок с запашкой повышенных доз органических и минеральных удобрений.

Необходимо иметь в виду, что при сведении лесов под пашню на подзолистых почвах речных террас, характеризующихся легким гранулометрическим составом, низким содержанием гумуса, повышенной кислотностью, резко снижается устойчивость их к эрозии. Известны факты катастрофической эрозии на месте сведенных лесов долины реки Кичеры (г. Северобайкальск – долина верхней Ангары), где на склоне до трех градусов в результате прохождения циклона смывался значительный слой почвы (в местах водотоков на глубину до метра, до каменистых коренных пород).

При вовлечении земель под пашню, особенно в Восточной Сибири, следует соблюдать крайнюю осторожность. Необходим тщательный геологи-

ческий анализ возможных рабочих участков на наличие линз льда в толщах, подстилающих почвы. Если таковые имеются, то работа по вовлечению участков в пашню представляется бесперспективной. Термокарст, вызванный таянием ледниковых линз (а под пашней оттаивание на порядок сильнее) в состоянии полностью уничтожить поверхность рабочих участков, превратив ее в непрерывное чередование провалов и осыпей.

В целом организация земледелия в сложнейших агроэкологических условиях приполярья допустима лишь на основе проектов адаптивно-ландшафтного земледелия, усиленных экологическими экспертизами.

4.6.9. Особенности проектирования земледелия на сельскохозяйственных территориях, загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами

Организация земледелия на сельскохозяйственных территориях, загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами направлена на получение продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим и другим нормативам, а также на предотвращение распространения загрязнения, его уменьшение или ликвидацию.

Предотвращение загрязнения в результате хозяйственной деятельности обеспечивается соблюдением требований агротехнологий (жесткое нормирование применения минеральных удобрений, средств защиты растений, и т.д.), нормативной системой организационно-территориальных мероприятий при размещении животноводческих ферм, производственных центров, хранилищ минеральных удобрений, складов ГСМ и т.д., проектированием специальных природоохранных инженерных сооружений и других мероприятий.

Ликвидация загрязнения обеспечивается культуртехническими мероприятиями (землевание, утилизация загрязнителей и т.п.), специальными агротехническими приемами, обеспечивающими регулирование соотношения биогенных элементов в почве, подвижность и трансформацию загрязнителей, использованием природных сорбентов органического происхождения, а так-

же применением методов фитосанации почв и других мероприятий.

Основными документами, регламентирующими ведение сельскохозяйственного производства в условиях загрязнения, являются: нормы радиационной безопасности (НРБ-99), гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01), критерии оценки экологической обстановки территорий для выделения зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия.

Для обеспечения действия нормативно-правовых документов, регламентирующих безопасность населения, хозяйственную деятельность на загрязненных территориях, необходимо оценить уровни загрязнения почвенной, водной и воздушной среды, а также производимой продукции растениеводства с целью определения перечня специальных мероприятий, позволяющих получить продукцию удовлетворяющую нормативам и обеспечить возможное предотвращение и ликвидацию загрязнения используемой сельскохозяйственной территории.

Основными факторами, определяющим особенности землеустройства загрязненных территорий, являются: характер территориального распространения различных видов загрязнителей в почвенном покрове, состав и уровень содержания различных загрязнителей в почвенной среде.

К почвенным факторам, влияющим на поступление радионуклидов и тяжелых металлов в сельскохозяйственные культуры и далее в продукцию растениеводства и животноводства, относятся: гранулометрический состав почв, кислотность, содержание органического вещества и катионно-обменная способность почв. В свою очередь сельскохозяйственные культуры обладают индивидуальными особенностями интенсивности поглощения загрязнителей и их концентрации в различных частях растительных организмов. Тем самым определяется структура посевных площадей, выбор полей и производственных участков при проектировании систем земледелия.

Принципы организации земледелия на сельскохозяйственных территориях загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами. При организа-

ции земледелия на загрязненных территориях применяются специальные организационно-территориальные, агротехнические и агрохимические мероприятия.

Организационно-территориальные мероприятия. Эти мероприятия включают:

- почвенное обследование сельскохозяйственных угодий и составление карт содержания (плотности) загрязнения почв каждым из выявленных загрязнителей;
- обследование растительного покрова и составление карт содержания выявленных видов загрязнителей в растениях;
- зонирование почвенного покрова сельскохозяйственных угодий по плотности (уровню) загрязнения;
- прогнозирование загрязнения сельскохозяйственных культур в зависимости от свойств почв;
- формирование специальных производственных участков на пашне и их инвентаризация, включающая следующие основные данные: плотность загрязнения почв различными видами загрязнителей; площадь; тип почвы, её агрохимические свойства, гранулометрический состав; прогнозируемые уровни загрязнения различных сельскохозяйственных культур;
- формирование кормовых участков и их инвентаризация, включающая следующие основные данные: плотность загрязнения почв различными видами загрязнителей; тип угодья; площадь; тип почвы, агрохимические свойства; характер травостоя (кормовая ценность и урожайность); прогнозируемые уровни загрязнения травостоя, культуртехническое состояние участка;
- составление сводных экологических паспортов на сельскохозяйственное предприятие (паспортов загрязнения территории), на сельскохозяйственные угодья по видам использования (сенокосообороты, пастбищеобороты, севообороты и отдельные внесевооборотные и кормовые участки);
- проектирование севооборотов, пастбищеоборотов и сенокосооборотов на загрязненных сельскохозяйственных угодьях.

Проектирование севооборотов и организации их территории является основной стадией организации земледелия на загрязненных территориях. На этой стадии необходимо учитывать все факторы, которые определяют специфику ведения производства: пространственное размещение загрязнителей, уровень (плотность) загрязнения почв, особенности накопления загрязнителей различными культурами, технологии возделывания культур и т.п.

Основной задачей проектирования севооборотов является такой выбор территории для возделывания различных сельскохозяйственных культур, который обеспечил бы наиболее рациональное их размещение с точки зрения возможности получения продукции, соответствующей определенным санитарно-гигиеническим нормативам дальнейшего ее использования.

Прогноз возможного загрязнения сельскохозяйственных культур уже на стадии проектирования севооборотов, позволяет определить, на какие цели может быть использована производимая продукция (продовольственные, кормовые, семена, техническую переработку).

Формирование адаптированных к загрязнению почвенной среды севооборотов основано на подборе сельскохозяйственных культур, обеспечивающих получение продукции растениеводства, отвечающей требованиям их последующего хозяйственного использования.

Территориальный характер размещения загрязнителей в почве, их плотность и площадь загрязненных территорий, определяют проектируемую структуру посевных площадей и специализацию хозяйства. В связи с многофакторностью решения данной задачи во ВНИИ сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии разработана система поддержки принятия решений FORCON, которая позволяет обосновать оптимальную структуру землепользования в отдельном хозяйстве при неравномерном загрязнении сельскохозяйственных угодий и разнообразии характеристик почвенного покрова.

Агротехнические и агрохимические мероприятия по снижению накопления радионуклидов и тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции. При ведении земледелия на загрязненных территориях технологии воз-

делывания сельскохозяйственных культур направлены на изменение свойств почвы, уменьшение подвижности загрязнителей в почве и изменение распределения их по профилю.

Система агротехнических и агрохимических приемов, гарантирующая получение продукции с минимальным содержанием радионуклидов, предусматривает (Алексахин Р.М. и др., 1997):

- специальную обработку почв;
- осушение заболоченных участков;
- известкование кислых почв;
- внесение повышенных доз фосфорных (1,5-2Р) и калийных (1,5-2К) удобрений по сравнению с рекомендованными дозами для данной зоны;
- внесение органических удобрений в дозе 40 т/га и выше;
- комплексное внесение различных видов органических и минеральных удобрений в полях севооборотов;
- подбор видов и сортов сельскохозяйственных культур.

Аналогичные приемы используются на почвах, загрязненных тяжелыми металлами.

Основным приемом снижения подвижности большинства тяжелых металлов в кислых почвах является известкование. Рекомендуется вносить дозы известковых удобрений, обеспечивающие доведение рН почвы до уровня 6,5-6,7 (таблица 41). На торфяно-болотных почвах дозы CaCO_3 рассчитываются с целью доведения реакции среды до рН 5,5. В условиях Центрального черноземного района целесообразно применять дозы, соответствующие двойной гидролитической кислотности. Наиболее приемлемым известковым удобрением является стандартная мука по ГОСТу Р50261-92. Эффективно послойное внесение мелиоранта: половину дозы под плуг, половину под культиватор на глубину 8-10 см.

Лучшей формой органических удобрений на загрязненных тяжелыми металлами почвах являются торфокомпосты. Органические удобрения применяются в максимально возможных дозах с учетом потребности культур в

азоте и содержания его в корнеобитаемом слое почвы. Фосфорные удобрения также существенно снижают подвижность тяжелых металлов, их применение оправдано только на почвах с содержанием подвижных соединений фосфора ниже оптимального уровня для культур севооборота. Фосфоритная мука применяется на почвах с pH 5,8 и ниже. Дозы ее должны составлять 300-500 мг/кг P_2O_5 , а суперфосфата – 120-150 P_2O_5 . Значительный эффект дает комплексное применение удобрений и известкования.

41. Рекомендуемые дозы $CaCO_3$ для снижения подвижности тяжелых металлов в почве (для дерново-подзолистых и лесных почв), т/га

Почвы	pH _{KCl} (для почв с содержанием гумуса до 3%)									
	4,5-4,6	4,7-4,8	4,9-5,0	5,1-5,2	5,3-5,4	5,5-5,6	5,7-5,8	5,9-6,0	6,1-6,2	6,3-6,4
Песчаные	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Супесчаные	14	13	12	11	10	8	6,5	5,5	4,5	3,5
Легкосуглинистые	16	15	14	13	11	9	7	5,5	5	4
Среднесуглинистые	18	17	16	14	12	10	8	6,0	5,5	4,5
Тяжелосуглинистые	20	19	17	15	13	11	9	7	6	5
Глинистые	22	20	18	16	14	12	10	8	6,5	5,5

42. Влияние известкования и удобрений на урожай, качество клубней картофеля и содержания в них тяжелых металлов

Варианты	Урожай ц/га	Прибав- ка, ц/га	Сухое ве- щество, %	Крах мал, %	Содержание ТМ в клубнях, мг./кг			
					Ni	Zn	Pb	Cd
Абсолютный контроль	102		16,5	14,2	0,37	5,04	0,2 7	0,04
$N_{60}H_{60}K_{60}$ +фон	99	-3	18,0	14,9	1,05	6,67	0,2 6	0,05
Известь + ТМ	96	-6	17,0	15,8	1,14	9,68	0,2 5	0,04
Навоз 100 т/га +ТМ	108	6	17,0	15,2	1,06	6,29	0,2 8	0,04
$N_{60}H_{60}K_{80}$ + известь +ТМ	101	-1	17,2	16,6	0,83	7,01	0,2 5	0,04
Навоз + известь + ТМ	111	9	16,7	15,6	1,37	7,31	0,2 8	0,04
$N_{120}H_{120}K_{160}$	130	28	17,0	15,3	0,37	5,94	0,2 4	0,04

Для увеличения миграции тяжелых металлов и разбавления загрязненного слоя почвы следует применять безотвальное рыхление. На суглинистых и глинистых почвах целесообразно проводить чизелевание на глубину 40-45 см.

Необходимым условием ведения земледелия на загрязненных почвах является подбор сельскохозяйственных культур устойчивых к загрязнению почв тяжелыми металлами.

43. Чувствительность сельскохозяйственных культур к кадмию

Возрастание чувствительности к кадмию ----->																			
Устойчивые						Слабочувствительные						Среднечувствительные				Высокочувствительные			
Рожь	Овес	Ячмень	Кукуруза	Пшеница	Подсолнечник	Картофель	Редис	Турнепс	Лук (репка)	Капуста	Сельдерей	Морковь	Свекла	Кабачки	Томаты	Огурцы	Петрушка	Укроп	Лук (перо)
																			Шпинат
																			Салат

Ведение земледелия на сельскохозяйственных угодьях с различным уровнем радиоактивного загрязнения. Основанием для районирования радиоактивно-загрязненных территорий по степени экологической напряженности служит плотность загрязнения почв долгоживущими радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr (табл. 43).

Относительно удовлетворительная ситуация на загрязненных территориях складывается при плотности загрязнения почв ^{137}Cs менее 37 кБк/м² и ^{90}Sr менее 3,7 кБк/м². При плотности загрязнения угодий ^{137}Cs до 555 и ^{90}Sr до 37 кБк/м² вводится обязательный радиационный контроль. На территориях с уровнем загрязнения почвы ^{137}Cs 555-1480 кБк/м² и ^{90}Sr 37-111 кБк/м² создается чрезвычайная экологическая ситуация и предусматривается система применения специальных защитных мероприятий. Сельскохозяйственные угодья с плотностью загрязнения ^{137}Cs >1480 кБк/м² или ^{90}Sr более 111 кБк/м² выводятся из хозяйственного использования.

При разработке принципов рационального использования загрязненных угодий исходят из следующих положений:

Производство сельскохозяйственных культур, продукция которых непосредственно входит в состав рациона человека, размещается на полях с относительно меньшим содержанием радионуклидов в почве, а при одинаковой плотности загрязнения – на полях, где почвенный покров представлен

наиболее плодородными почвами, которые хорошо обеспечены калием и кальцием.

Овощные культуры размещают на наиболее плодородных и наименее загрязненных полях. Под продовольственное зерно допуски в 3-4 раза выше, чем при выращивании овощей. Фуражные культуры, предназначенные для молочного и мясного скота, который находится на откорме, могут размещаться на полях с более высоким уровнем загрязнения, чем для производства овощных культур. Производство кормов для молочного скота требует больших ограничений загрязнения (в 2-3 раза) по сравнению с производством кормов для мясного скота. Существенно снижаются лимиты загрязнения при возделывании зерновых и технических культур для производства семян и сырья на техническую переработку. При этом соблюдаются предельно допустимые количества радионуклидов в конечной продукции и обеспечивается радиационная безопасность работающего персонала.

На пахотных угодьях с плотностью загрязнения ^{137}Cs до 185 кБк/м² и ^{90}Sr до 11,1 кБк/м² все виды работ в земледелии ведутся без ограничений по традиционным технологиям. При более высоких уровнях загрязнения имеется ряд особенностей (Алексахин Р.М. и др. 1997).

Ведение земледелия на сельскохозяйственных угодьях с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 185 до 555 кБк/м² и ^{90}Sr от 11,1 до 37,0 кБк/м². На пахотных угодьях с указанной плотностью загрязнения продукция растениеводства соответствует установленным радиологическим нормативам при проведении рекомендованных мероприятий. Районированные культуры и их сорта возделываются по общепринятым технологиям в данной почвенно-климатической зоне.

Разработка и освоение севооборотов проводится так же, как и на незагрязненных территориях. Экологическая роль чередования культур в севообороте возрастает. За счет размещения сельскохозяйственных культур с различной корневой системой происходит перераспределение радионуклидов по профилю почвы и их удаление за пределы корнеобитаемого слоя. Механиче-

ская обработка почв, особенно глубокое рыхление чизельным плугом без оборота пласта, способствует миграции радионуклидов в более глубокие слои (40-50 см) почвы.

Совмещение нескольких операций при одном проходе трактора или самоходных машин снижает давление на почву и риск вторичного загрязнения почвенными частицами растений, убираемых на корм животным.

Продовольственные культуры возделываются при обязательном внесении органических, фосфорных и калийных удобрений. Внесение под картофель навоза и торфо-навозного компоста в дозе 50 т/га дает не только значительную прибавку урожая клубней, но и снижает накопление радионуклидов до 2^x раз.

Азотные удобрения вносят под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур. Нормы внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений, соотносятся как N:P:K=1:1:1,5 и N:P:K=1:1,5:2 с учетом фактического содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве. Известкование почв, включая почвы черноземной зоны, уменьшает переход радионуклидов в растения в 1,3-2,0 раза. Эффективность минеральных удобрений как в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, так и в снижении содержания радионуклидов в продукции растениеводства возрастает на фоне известкования. Внесение органических и минеральных удобрений более эффективное средство для снижения накопления радионуклидов в зерне, чем внесение одних минеральных удобрений. Применение микроудобрений на всех типах почв ограничивает переход радионуклидов в растения. Микроудобрения (B, Cu, Zn, Mo и др.) повышают устойчивость картофеля к фитофторе и другим болезням.

Важнейшим приемом окультуривания почв естественных кормовых угодий является известкование кислых почв.

При указанной плотности загрязнения почвы при коренном улучшении пойменных лугов рекомендуется внесение полного минерального удобрения – N₆₀₋₉₀P₁₁₀₋₁₄₀K₁₂₀₋₁₈₀. При двухукосном использовании злакового травостоя

после коренного улучшения дозы минеральных удобрений составляют $N_{60+60}P_{90}K_{120-180}$, а бобово-злакового - $N_{60}P_{90}K_{120-180}$. Применение бентонита, вермикулита, местных глин на фоне минеральных удобрений снижает накопление радионуклидов в кормах до 2,5 раз.

Обработку почвы при создании сеяных травостоев на природных кормовых угодьях рекомендуется проводить специально оборудованными двухярусными винтовыми плугами ПЯ-3-35 или ПНЯ-4-42.

Подбор травосмесей при агромелиорации лугов производят из районированных видов злаковых и бобовых трав. В травосмеси включают 3-4 вида трав. При сенокосном использовании улучшенных кормовых угодий доля злаковых в травосмеси может составлять 67-75%, а бобовых – 25-33%. Предпочтительнее использовать виды трав, накапливающие минимальное количество радионуклидов.

Пастбищеоборот и регулирование нагрузки на пастбище при выпасе животных в загонах гарантируют долговременное их использование.

Ведение земледелия на сельскохозяйственных угодьях с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 555 до 1480 кБк/м² и ^{90}Sr от 37,0 до 111,0 кБк/м². При плотности загрязнения почв ^{137}Cs 555 кБк/м² и выше и ^{90}Sr до 111,0 кБк/м² создается чрезвычайная экологическая ситуация и на всей территории проводится постоянный радиационный контроль.

Для получения продукции растениеводства, соответствующей радиологическим нормативам, на большинстве типов почв обязательно проведение защитных мероприятий. Все культуры возделываются в севооборотах и размещаются по лучшим предшественникам. Соотношение злаковых и бобовых культур в севообороте может составлять 65-75% и 25-35% соответственно. При плотности загрязнения почвы ^{137}Cs выше 555 кБк/м² из структуры посевов сельскохозяйственных культур исключается возделывание зернобобовых, льна и гречихи. Объемы посевных площадей под картофель и кормовые корнеплоды планируются с учетом обеспечения полной механизации, сокращающей применение ручного труда при их возделывании, уборке и дора-

ботке продукции. Междурядные обработки сводятся к минимуму и, по возможности, проводятся при состоянии почвы, обеспечивающей наименьшее пылеобразование. Ручную прополку посевов следует заменить строго регламентированным применением гербицидов. Применение пестицидов против колорадского жука в посадках картофеля можно сочетать с опрыскиванием растений 0,01% раствором гумата натрия.

В технологию основной обработки почвы вносятся изменения. Рекомендуется глубокая безотвальная обработка с помощью чизельного плуга и вспашка фронтальным плугом ПФ-2,1. Уборку зерновых культур проводят прямым комбайнированием.

Для известкования кислых дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава предпочтительно использовать доломитовую муку или местные известковые материалы, содержащие магний. На пахотных угодьях норму внесения азотных удобрений определяют под планируемую урожайность. Дозы внесения фосфорных и калийных удобрений увеличивают в 1,5 раза по сравнению с рекомендуемыми для данных районов. При внесении фосфорных и калийных удобрений в двойной дозе на фоне известкования почв и применения органических удобрений (40 т/га), а также применения природных сорбентов, обеспечивается максимальный эффект снижения поступления радионуклидов в растения.

Агромелиоративные работы по улучшению водно-физических свойств почв и первичное окультуривание осушенных угодий – известкование, внесение P_{60} , $K_{100-150}$ кг д.в. на 1 га и микроудобрений обеспечивают снижение содержания радионуклидов в продукции растениеводства в 2-5 раз. Эффективным способом снижения накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукции растениеводства является подбор видов и сортов сельскохозяйственных и кормовых культур, характеризующихся минимальным накоплением радионуклидов из почвы.

Естественные кормовые угодья с плотностью загрязнения ^{137}Cs выше 555 и ^{90}Sr 37-111 кБк/м² подлежат коренному улучшению. При этом вспашка

производится плугом ПЯ-3-35, ПНЯ-4-42 и фронтальным плугом ПФ-2.1.

На пойменных и низинных лугах обработка почвы и залужение осуществляются комбинированными агрегатами АПР-2,6 и АЗ-2,4, позволяющими уменьшить давление сельскохозяйственных машин на почву. На лугах со средней мощностью дернины, не засоренных опасными сорняками при создании сеяных травостоев рекомендуется комбинированная обработка почвы. При коренном улучшении естественных кормовых угодий, засоренных опасными сорняками, закочкаренных, первичная обработка включает дискование дернины, фрезерование и вспашку фронтальным плугом ПФ-2,1.

Окультуривание почв сенокосов и пастбищ, включающее известкование, внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60-90} P_{140-160} K_{180-240}$ обеспечивает получение кормов с наименьшим содержанием радионуклидов. Применение органических удобрений (в дозе 40 т/га) при коренном улучшении травостоев на малогумусных дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах ограничивает переход радионуклидов в луговую растительность в 2-4 раза.

Осушенные почвы целесообразно отводить под кормовые севообороты. При создании долголетних сенокосов и пастбищ, особенно на пойме, залужение необходимо проводить травосмесями с учетом рельефа местности, поемности, водного режима почв, биологических особенностей растений. На осушенных торфяниках следует отдавать предпочтение следующим видам: люцерна желтая, райграс, костер безостый, лисохвост луговой, мятлик луговой, мятлик болотный, ежа сборная, канареечник тростниковидный, полевица белая. На пойменных угодьях сенокосного использования в состав травосмесей входят:

- на выровненных массивах и гривах центральной поймы – костер безостый, овсяница луговая, ежа сборная, люцерна желтая, клевер красный;

- на осушенных межгивных понижениях – двукисточник тростниковидный, кострец безостый, лисохвост луговой, тимopheевка луговая, мятлик болотный, а из бобовых – клевер розовый;

– на низинах с длительностью затопления более 30 дней – двукисточник тростниковидный, бекмания, мятлик болотный.

При коренном улучшении естественных суходолов рациональнее создавать многоукосные травостои и культурные пастбища с 4-5 циклами стравливания за сезон. Травостои формируют из злаковых компонентов, преимущественно из корневищных видов.

Сельскохозяйственные угодья на территории экологического бедствия с плотностью загрязнения ^{137}Cs более 1480 кБк/м² и ^{90}Sr более 111,0 кБк/м² выводятся из землепользования. Однако, при условии соблюдения дозовых нормативов работниками (например, при работе вахтовым методом) на этих угодьях возможно (возделывание многолетних трав на семена) и выращивание технических культур. Допускается использование кормов, полученных на отчужденных угодьях, для откорма молодняка до 1 года и рабочего скота. Все работы выполняются в соответствии с НРБ-99. Обязательным условием является проведение радиационного контроля продукции

Ведение земледелия на сельскохозяйственных угодьях с различным уровнем загрязнения тяжелыми металлами. Основанием для районирования территорий загрязненных тяжелыми металлами является: содержание загрязнителя в почве превышающее ПДК (ОДК), рассчитанные с учетом различных физико-химических свойств почв, а также накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственных культурах.

Следует отметить, что по сравнению с радионуклидами тяжелые металлы не подвергаются естественному распаду в течение определенного времени, теряя свои губительные свойства, а подвергаются лишь перераспределению в различных природных средах. Поэтому важным условием земледелия в условиях загрязнения почв тяжелыми металлами является не только обеспечение недоступности их растительным организмам, но и необходимость выноса их из почвенной, водной, воздушной и растительной среды различными методами санации загрязненных территорий.

Перспективным направлением борьбы с загрязнением является совер-

шенствование технологий переработки растительного сырья, полученного на загрязненных тяжелыми металлами сельскохозяйственных угодьях.

На выявленных загрязненных территориях (пахотных и кормовых массивах) с учетом уровня содержания загрязнителей в почве рекомендуются следующие организационно-хозяйственные и агротехнические мероприятия.

Допустимый уровень загрязнения. На пахотных и кормовых угодьях размещение сельскохозяйственных культур ограничивается, включая очень чувствительные к накоплению тяжелых металлов.

Низкий уровень загрязнения На пахотных и кормовых угодьях размещение любых зонированных сельскохозяйственных культур, ограничивается для высокочувствительных к накоплению тяжелых металлов. Потребление продукции растениеводства для пищевых и иных целей не ограничивается за исключением использования для производства диетического и детского питания.

Средний уровень загрязнения На пахотных угодьях ограничивается размещение высокочувствительных и сдерживается размещение среднечувствительных к тяжелым металлам сельскохозяйственных культур. Исключается производство столовой зелени, (салат, шпинат, укроп, лук, петрушка), овощей, ягодных культур открытого грунта. Возможно выращивание корнеклубнеплодов за исключением свеклы. Практикуется комплексное применение известкования, минеральных и органических удобрений. Используемые для пищевых и продовольственных целей сельскохозяйственные культуры подвергаются обязательному контролю на содержание тяжелых металлов.

Вводятся ограничения на сбор грибов и дикорастущих лекарственных растений.

Высокий уровень загрязнения. На пахотных и кормовых угодьях возможно размещение устойчивых к тяжелым металлам кормовых и технических культур. Ограниченно используются для продовольственных целей слабо чувствительные к тяжелым металлам сельскохозяйственные культуры. Обязателен контроль содержания тяжелых металлов в растительной продук-

ции. Необходимо комплексное применение известкования, минеральных и органических удобрений.

Очень высокий уровень загрязнения. При наличии больших площадей с данным уровнем загрязнения, следует выделять 3 подуровня загрязнения: сублетальный, критический и губительный.

Сублетальный подуровень загрязнения. На пахотных угодьях возможно размещение устойчивых к тяжелым металлам кормовых и технических культур, а также культур, последующее использование которых, требует переработки.

Рекоменуются санитарно-защитные севообороты, проведение глубокой вспашки, чизелевания на глубину 40-45 см., повышенное внесение органических удобрений и известкование. Кормовые угодья целесообразно, в большей степени, использовать под сенокошение, чем под выпас. Категорический запрет на сбор грибов и дикорастущих лекарственных растений.

Критический подуровень загрязнения. На пахотных угодьях возможно размещение только устойчивых к тяжелым металлам технических культур, требующих глубокой переработки (на спирт, масло, крахмал и т. п.)

Рекомендуется организация санитарно-очистительных севооборотов, глубокая вспашка для снижения общей концентрации тяжелых металлов в пахотном слое или удаление загрязненного слоя почвы, а также землевание или залужение. На кормовых угодьях допускается выращивание кормовых культур только с обязательной последующей переработкой. Запрещается выпас скота.

Губительный подуровень загрязнения. Исключается выращивание любых сельскохозяйственных культур, используемых для хозяйственных целей.

Целесообразна консервация пахотных земель с проведением комплекса мероприятий по их санации или залужению. При фитосанации целесообразно размещение растений с высокой способностью к поглощению тяжелых металлов из почвы с целью последующей утилизации (сжигания).

При загрязнении высокоопасными загрязнителями (1-го класса опасности) рекомендуется обязательное удаление верхнего загрязненного слоя почвы и последующее землевание.

4.7. Проектирование технологий возделывания полевых культур

4.7.1. Выбор сорта

Выбор сорта – ключевая позиция агротехнологий, определяющий фактор интенсификации, в то же время самый малозатратный. Только за счет правильного выбора сорта можно повысить урожайность культуры на 30-50 %. Успех возделывания сорта во многом определяется тем, насколько ритм его развития вписывается в характерный для данного места ход метеорологических факторов.

При выборе сорта необходимо иметь информацию о всех районированных и перспективных сортах сельскохозяйственных культур, представляющих интерес для возделывания в данном хозяйстве на различных категориях земель и элементах агроландшафта при различных уровнях интенсификации.

Для перспективных сортов приводят данные среднеклиматически обеспеченной урожайности и качества продукции при экстенсивной, нормальной, интенсивной и высокой технологиях их возделывания на основе экспериментальных материалов зональных НИИ. При выборе сортов необходимо учитывать результаты их испытания на ближайшем госсортоучастке.

При выборе сорта помимо урожайности и качества продукции, учитывается комплекс факторов: пригодность для выращивания в конкретных почвенно-климатических условиях; устойчивость к болезням и вредителям; конкурентоспособность с сорняками; устойчивость к полеганию; развитость корневой системы; устойчивость к стрессовым факторам; морфобиологические, технологические и потребительские свойства. Например, при выборе

сорта мягкой или твердой пшеницы учитывают: форму (озимая или яровая); направление использования (кормовая, хлебопекарная, крупяная и др.); качество зерна и муки (содержание белка и сырой клейковины, ИДК, показатель седиментации, объем хлеба, число падения, стекловидность и др.); устойчивость к болезням (корневая гниль, мучнистая роса, желтая и бурая ржавчина, септориоз, фузариоз и др.); устойчивость к стрессовым факторам (зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к полеганию и осыпанию, прорастанию зерен в колосьях и др.); элементы структуры урожайности (число продуктивных стеблей на 1 м^2 , число колосков в колосе, масса 1000 зерен, масса зерен в 1 колосе и др.).

Важными показателями при выборе сорта являются потребительские качества полученной продукции, которые зависят от ее назначения. У большинства культур выделены наиболее ценные по качеству сорта. Например, выделяют сорта сильной, ценной и мягкозерной пшеницы, пивоваренные и ценные крупяные сорта ячменя, ценные сорта проса, гречихи, овса, высокомасличные, высокоолеиновые и крупноплодные сорта и гибриды подсолнечника и т.п.

Особое значение в условиях континентального климата имеет устойчивость сорта к стрессовым факторам. От зимостойкости сортов зависит успешное выращивание озимых и многолетних культур. Толерантность к низким температурам при прорастании, к заморозкам в фазе всходов, к прохладной погоде и повышенным температурам в период цветения, к кратковременной и длительной засухе – важные показатели при выборе сорта.

От особенностей сорта зависит устойчивость к полеганию и пригодность к механизированной уборке. Например, для однофазной уборки гороха надо подбирать сорта полубезлистного типа с неполегающим, цепляющимся, быстро высыхающим стеблем с нерастрескивающимися и одновременно созревающими бобами. Для сои северного экотипа нужны скороспелые сорта детерминантного типа, слабо ветвящиеся, с расположением бобов преимущественно в среднем и верхнем ярусах.

Сорта устойчивые к полеганию не требуют применения ретардантов и под них можно вносить повышенные дозы азота.

Существуют различия между сортами по отзывчивости на удобрения и увлажнение, по урожайности, качеству урожая, приспособленности к определенным условиям, устойчивости к вредителям, болезням и реакции на стрессовые факторы. Поэтому в хозяйстве целесообразно иметь не один, а 2-3 сорта разной скороспелости.

Выбор сорта играет ключевую роль в выборе агротехнологий, поскольку генетический потенциал сорта предопределяет возможную урожайность, качество продукции, затратность и устойчивость производства. С помощью технологии в той или иной мере реализуются заложенные в сорте возможности. Эти возможности должны быть раскрыты в агроэкологическом паспорте сорта, так же как требования сорта к условиям возделывания, а также сведения о его средообразующем влиянии, фитоценоотические особенности.

4.7.2. Планирование урожайности

4.7.2.1. Категории урожайности сельскохозяйственных культур

В соответствии с существующими представлениями (Жуковский Е.Е. и др., 1989) рассматриваются различные категории урожайности, изменяющиеся от потенциального уровня до производственного.

Наивысший уровень биологической продуктивности культуры (сорта), вычисляемый по коэффициенту использования растениями приходящей солнечной энергии (ФАР), определяется как **потенциальная урожайность (ПУ)**. По А.А.Ничипоровичу, средние значения коэффициентов полезного действия ФАР составляют для обычных посевов $0,5 \div 1,5\%$, для хороших – $1,5 \div 3\%$, для рекордных – $3,5 \div 5\%$ и для теоретически возможных – $6 \div 10\%$.

Однако климатические возможности каждого региона обычно лимитируются либо тепло-, либо влагообеспеченностью. Вследствие этого в определенной климатической зоне происходит ограничение урожайности от потенциальной до **климатически обеспеченной (КОУ)**

При планировании урожайности следует учитывать плодородие каждого конкретного поля, переходя от КОУ к уровню **действительно возможной урожайности** (ДВУ).

Рассмотренные категории урожаности являются агроэкологическими, или биолого-почвенно-климатическими. Ежегодная изменчивость тепло- и влагообеспеченности полей и посевов не позволяет заранее однозначно устанавливать уровень действительно возможной урожайности. Поэтому в конкретных производственных условиях приходится ориентироваться на фиксированный уровень урожайности, отвечающий определенной климатической обеспеченности.

Из случайного характера ДВУ следует, что для объективной оценки потенциального плодородия сельскохозяйственного поля нельзя опираться только на средний многолетний уровень урожайности. Необходимо дополнительно располагать сведениями о статистических характеристиках действительно возможной урожайности.

Программируемая урожайность (ПрУ) – категория, служащая для отражения уровня продуктивности, на которую составляются технологические карты и планируются основные агротехнические мероприятия (рассчитываются удобрения, определяются оросительные нормы и т.п.).

Хозяйственный или производственный урожай (УП) – реально полученная продукция на конкретном поле.

Прежде всего, как следует из определения категорий, величины ПУ, КОУ и ДВУ характеризуют такие уровни продуктивности, которые отвечают выполнению всех элементов применяемой агротехнологии. В соответствии с этим ПУ, КОУ и ДВУ – категории агроэкологические. Иное дело – планируемая урожайность.

Согласно определению она характеризует продуктивность, на которую планируются все основные агротехнические мероприятия. Таким образом, ПрУ – категория хозяйственно-экономическая и, следовательно, методика определения ПрУ должна строиться с учетом хозяйственной стороны дела –

стоимости готовой продукции, затрат на ее получение, обеспеченности хозяйства материально-техническими ресурсами и т.д.

Ввиду ежегодной изменчивости погодных условий значения КОУ и ДВУ от года к году случайным образом меняются. Если исходить из того, что ДВУ является показателем агроэкологического потенциала поля, то оказывается, что для правильной оценки потенциального плодородия необходимо располагать сведениями не только о средних многолетних значениях ДВУ, но и его статистических характеристиках, например, среднем квадратическом отклонении, коэффициенте вариации и др. Исчерпывающую информацию в этом плане дает закон распределения ДВУ, который может быть выражен в форме так называемой кривой обеспеченности, показывающей, с какой вероятностью какие ДВУ достижимы на данном конкретном поле или в среднем по рассматриваемому региону

Приближение УП к ДВУ требует снятия агротехнических ограничений, что достигается применением более совершенной технологии, качественным выполнением всех агротехнических приемов, снижением потерь урожая при уборке, эффективным использованием климатологической и прогностической информации с целью дифференциации агротехнологий по складывающимся метеорологическим условиям и т.д. Иными словами, для повышения УП необходимо добиваться эффективного воплощения в жизнь всех элементов принятой технологии.

Приближение ДВУ к КОУ связано с проблемой повышения плодородия почв. Резервы повышения КОУ лежат в сфере более рационального районирования культур, создания сортов пластичных к изменчивости погодных условий, принципиального совершенствования агротехнологий (введение орошения, осушения или тепловых мелиораций, внедрение новых, более эффективных способов борьбы с опасными для сельского хозяйства метеорологическими явлениями и т.д.). Таким образом, речь идет о широком использовании всего комплекса мероприятий, регулирующих климат сельскохозяй-

ственного поля. Повышение ПУ – задача в основном селекционная, но частично и агрономическая.

В настоящее время параллельно развиваются два различных подхода к расчету основных агроэкологических категорий продуктивности. Первый из них базируется на использовании динамических моделей формирования урожая. Такие модели, детально описывающие процессы роста и развития растений интенсивно разрабатываются как в нашей стране, так и за рубежом и для их реализации используются ЭВМ. Данный подход несомненно имеет большое будущее, однако он довольно сложен. Более просто оценивать величины ПУ, КОУ и ДВУ по обобщенным почвенно-климатическим показателям. Подобные расчеты базируются на использовании статистических связей урожая с лимитирующими почвенно-климатическими факторами, менее трудоемки и, как показывает опыт, во многих случаях обеспечивают достаточную для практических целей точность.

4.7.2.2. Региональная практика расчета планируемой урожайности

Рассмотренная методология планирования урожайности должна базироваться на результатах многолетних многофакторных экспериментов по изучению урожайности культур и сортов при различных уровнях интенсификации производства, полученных в конкретных почвенно-климатических условиях зональными научно-исследовательскими и опытными учреждениями (ВУЗы, НИИ, сельскохозяйственные опытные станции, проектно-исследовательские центры и станции Агрохимслужбы, Госсортоучастки).

В средней полосе и на юге РФ урожайность лимитируется дефицитом влаги, а в более северных районах – тепла.

Если в первом минимуме оказывается тепло, то действительно возможную урожайность определяют по величине биоклиматического потенциала (БКП) и биогидротермического показателя, которые учитывают взаимосвязь тепла и влаги через коэффициент увлажнения и радиационный баланс посевов по формуле А.М. Рябчикова:

$$Y_{\text{дв}} = (22 \times \text{ГТП} - 10) \times K_m,$$

где ГТП – гидротермический показатель, балл; K_m – коэффициент хозяйственной эффективности урожая (доля основной продукции в биомассе при стандартной влажности).

ГТП определяют по формуле:

$$\text{ГТП} = 0,46 \times 0,2453 \times T \times W : R,$$

где T – период вегетации культуры, декады; W – запасы продуктивной влаги за период вегетации культуры, мм; R – радиационный баланс за период вегетации культуры, составляет примерно 52% интегральной радиации кДж/см².

При дефиците влаги, например в Центрально-Черноземном регионе, $Y_{\text{дв}}$ определяют по формуле:

$$Y_{\text{дв}} = 100 \times W \times K_m : K_w,$$

где W – количество продуктивной влаги, мм; K_w – коэффициент водопотребления; K_m – коэффициент хозяйственной эффективности урожая при стандартной влажности.

Ввиду неравномерного выпадения осадков по территории, расчет $Y_{\text{дв}}$ по влагообеспеченности посевов проводят дифференцировано для каждого хозяйства и поля с учетом улучшения накопления влаги и экономного расходования ее. Например, надо иметь в виду, что в нижней трети склона содержание влаги в почве на 15-30 % больше, чем на возвышенных участках и т.п..

Количество продуктивной влаги, используемой растениями на формирование урожая (W), определяют по формуле:

$$W = W_0 + P \times \alpha + W_r - W_y,$$

где W_0 – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на момент посева однолетних и возобновления вегетации многолетних культур, мм; P – количество осадков, выпадающих за период вегетации культуры, мм; α – коэффициент полезного использования осадков; W_r – количество влаги, поступающей из грунтовых вод; W_y – запасы влаги на момент уборки урожая, мм.

Для расчетов используют справочные и фактические материалы с ближайшей метеостанции. Запасы продуктивной влаги зависят от типа почвы, ее гранулометрического состава и содержания органического вещества в ней, рельефа местности и уровня залегания грунтовых вод. Известно, что осадки не полностью используются растениями. Часть влаги теряется за счет стока талых и ливневых вод с полей, имеющих значительный уклон, особенно, если они не заняты растениями. Коэффициент полезного использования осадков (α) зависит от культуры, зоны выращивания, уклона, особенностей почвы и др. и колеблется от 0,4 до 0,9. Для озимых культур этот показатель равен 0,7–0,9, яровых зерновых – 0,8–0,9 и для пропашных – 0,7–0,8. На тяжелых по гранулометрическому составу почвах и на склонах α снижается.

Использование растениями грунтовых вод возможно, если они располагаются на глубине до 1,5-3 м. При этом условии на средних и тяжелых почвах растения могут использовать из них до 20-40 % общего количества потребляемой влаги. Эффективнее используют грунтовые воды культуры с глубокой корневой системой (многолетние травы, сорго, кукуруза, суданская трава, подсолнечник и др.). Степень использования грунтовых вод зависит от глубины их залегания, гранулометрического состава почвы и глубины проникновения корней. На суглинистых почвах пшеница, ячмень, овес используют грунтовые воды при глубине до 2 м, кукуруза – до 2,5 м, люцерна – до 4 м. С глубины 1 м они используют соответственно 2900; 4700; 5900 м³/га, с глубины 2 м – 200; 1000; 2600, с глубины 2,5 м – 0; 500; 1000 и с глубины 3 м – 0; 0; 160 м³/га.

Растения используют не всю влагу, часть ее остается в почве после созревания и уборки. Ее необходимо исключить из запаса продуктивной влаги.

Коэффициент водопотребления (K_w) – количество влаги, израсходованное на транспирацию и непродуктивное испарение из почвы при создании единицы биомассы урожая. K_w изменяется в зависимости от культуры, сорта, плодородия почвы, погодных условий и агротехнологий. Чем выше плодородие и технологии, тем меньше K_w . В засуху увеличивается непроизводитель-

ный расход влаги на испарение. Правильное применение удобрений и оптимальная густота стеблестоя способствуют экономному расходу влаги, снижают K_w . Подставив значение W в формулу расчета $U_{дв}$ получаем более полное ее выражение:

$$U_{дв} = 100 \times (W_0 + P \times \alpha + W_r - W_y) \times K_m : K_w$$

Погодные условия конкретных лет не всегда совпадают со среднепогодными. Даже при их совпадении в отдельные отрезки вегетационного периода эти условия могут сильно отличаться, что влечет за собой ежегодные колебания урожайности при одном и том же уровне плодородия и агротехнологий. Чтобы правильно строить хозяйственную деятельность, земледельцу необходимо знать возможные колебания урожайности по годам и критический период развития растений, в который они наиболее чувствительны к недостатку влаги. Для зерновых культур (пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес) критическим по отношению к влаге является период от выхода в трубку до колошения, кукурузы – цветение-молочная спелость, сорго и просо – выметывание метелки, бобовых – цветение-начало плодообразования, гречихи и крестоцветных – цветение, подсолнечника – образование корзинок-цветение, картофеля – цветение-формирование клубней. Уменьшить риск отрицательного влияния неблагоприятных погодных условий можно выбором срока, способа и густоты посева, удобрений и т.д.

Расчет планируемой урожайности по условиям влагообеспеченности требует корректировки в региональном и провинциальном аспектах и разработки соответствующих нормативов, в особенности коэффициентов влагопотребления. При этом учитываются не только зонально-провинциальные условия, но и уровни интенсификации агротехнологий. В качестве примера приводим методику расчета планируемой урожайности яровой пшеницы для условий Западной Сибири (Кирюшин В.И. и др., 1988). Расчет ее проводят по формуле:

$$U_{дв} = (З + П) / K,$$

где $U_{дв}$ – планируемая урожайность, ц/га;

З – запас продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом, мм;

П – сумма осадков за июнь и июль по среднегодовым данным, мм;

К – коэффициент потребления влаги пшеницей на 1 ц зерна, мм. (табл. 44). Определяли на основе экспериментальных исследований.

44. Нормативные параметры для расчета планируемой урожайности яровой пшеницы по влагообеспеченности для разных зон Новосибирской области

Зона	Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы при наименьшей влагоемкости, мм	Среднегодовые осадки за июнь - июль, мм	Всего ресурсов влаги, мм	Коэффициент водопотребления при различных уровнях интенсификации технологий, мм/ц		Планируемая урожайность по влагообеспеченности при различном уровне обеспеченности средствами интенсификации, ц/га	
				Нормальная технология	Интенсивная технология	Нормальная технология	Интенсивная технология
Степь	100-170	90	190-260	11,0	9,5	17-23	20-27
Южная лесостепь	130-190	100	130-190	10,0	8,0	23-29	29-36
Северная лесостепь Барабы	140-220	105	245-325	9,0	7,5	27-36	33-43
Северная лесостепь Приобья	170-220	110	280-330	8,5	7,0	33-39	40-47

4.7.3. Разработка структурных моделей посевов сельскохозяйственных культур с учетом предшественников и планируемой урожайности при различных уровнях интенсификации агротехнологий

Для поэтапного (по элементам продуктивности) формирования запланированного уровня урожайности той или иной культуры сначала нужно составить модель ее посева (соотношение элементов продуктивности), реали-

зация которой (с неизбежной корректировкой в процессе вегетации) обеспечит достижение плановой урожайности.

Полностью реализовать запрограммированную модель посева (урожае) не возможно, поскольку каждый из элементов урожайности очень сильно варьирует в зависимости от постоянно меняющихся условий жизни растений. Тем не менее такие модели имеют важное значение для определения оптимальных норм высева семян (коэффициента высева), а также для управления формированием каждого последующего элемента урожайности, исходя из уровня развития предыдущих элементов.

Урожайность – произведение двух сомножителей – числа растений (или колосьев) на единице площади и средней продуктивности одного растения (или колоса). Причем величины этих основных элементов урожайности, в свою очередь, представляют собой произведение других сомножителей, величины которых очень сильно колеблются в зависимости от условий и, как правило, находятся друг с другом во взаимокompенсационной зависимости. Например, с увеличением числа растений на площади уменьшается их кустистость и выживаемость, снижается средняя продуктивность растений и т. п. Эта связь выражена формулой М.Т. Савицкого:

$$Y = P \times Z \times A : 10000 ,$$

где Y – урожайность зерновой культуры, ц/га; P – число продуктивных колосьев (метелок) к уборке, шт./м²; Z – число зерен в колосе (метелке); A – масса 1000 зерен при стандартной влажности, г.

Число продуктивных колосьев (метелок) к уборке (P) пропорционально числу высеянных на той же площади зерен (M – в млн. шт./га), хозгодности семян (X , %), полевой всхожести семян (Π , %), выживаемости растений к уборке (B , %) и продуктивной кустистости (K):

$$P = M \times X \times \Pi \times B : 10000$$

Подставив значение P в предыдущую формулу, получим:

$$Y = M \times X \times \Pi \times B \times K \times Z \times A : 10^8 ,$$

Для зернобобовых и капустных культур:

$$Y = M \times X \times \Pi \times B \times B \times C \times A : 10^8,$$

где Б – среднее число бобов (стручков) на растении; С – число семян в 1 бобе (стручке). Остальные обозначения те же, что и в предыдущей формуле.

На основании этой формулы, зная уровень запланированной урожайности, можно определить значение любого из сомножителей. Эта формула позволяет рассчитать структурную модель посева, используя при этом реальные (варьирующие в допустимых пределах) элементы урожайности. Число зерен или семян на растении зависит от продуктивной кустистости растения (К) и числа зерен в 1 соцветии (Ч):

$$З = К \times Ч - \text{у зерновых культур};$$

$$З = Б \times С - \text{у зернобобовых и капустных культур}.$$

Для клубнеплодных культур:

$$Y = P \times K_{\text{л}} \times M : 10^6,$$

где Р – число растений (кустов) к уборке, шт./м²; К_л – число клубней на 1 растении (кусте), штук; М – средняя масса 1 клубня, г.

Для корнеплодных, бахчевых, кормовых культур:

$$Y = P \times M : 10,$$

где Р – число растений к уборке, шт./м²; М – средняя масса одного корнеплода (растения), г.

Абсолютно точно предвидеть ход формирования каждого элемента урожайности по мере вегетации посева нельзя. Но, ведя учет элементов урожайности в процессе роста (органогенеза) растений и сверяя с запрограммированной моделью, можно в определенной мере регулировать процесс органогенеза (формирование элементов урожайности). Возможные модели для некоторых культур представлены в таблицах 45 - 48.

45. Примерные структурные модели посевов озимой пшеницы в ЦЧО по разным предшественникам

Показатели	Предшественники		
	черный пар	занятый пар	кукуруза на силос
Запрограммированная урожайность, ц/га	60	50	40
Число продуктивных стеблей к уборке, шт./м ²	600	550	450
Число растений, сохранившихся к уборке, шт./м ²	315	305	260
Продуктивная кустистость	1,9	1,8	1,7
Число перезимовавших растений, шт./м ²	370	368	350
Отмирание растений в летний период, %	15	17	26
Зимняя гибель растений, %	7,5	12	17
Число растений в предзимний период, шт./м ²	400	418	420
Полевая всхожесть семян, %	85	76	70
Масса зерен в колосе, г	1,00	0,91	0,89
Число зерен в колосе, шт.	25	23	22
Масса 1000 зерен, г	40,0	39,6	40,0
Число развитых колосков в колосе, шт.	15	15	14
Норма высева семян, млн. шт./га	4,7	5,5	6,0

Оптимальные величины и диапазон варьирования элементов урожайности высокопродуктивных посевов различных культур лучше всего брать из научных отчетов ближайших к хозяйству научных учреждений.

46 Примерные структурные модели посевов основных масличных культур

Показатели	Подсол- нечник	Рапс яровой	Горчица белая
Плановая урожайность, ц/га	25	20	15
Число растений к уборке, шт./м ²	4	150	150
Масса семян с 1 растения, г	62,5	1,33	1,00
Число семян с 1 растения, штук	893	381	167
Масса 1000 семян, г	70	3,5	6,0
Полевая всхожесть семян, %	89	75	75
Выживаемость растений к уборке, %	90	80	80
Общая выживаемость, %	80	60	60
Норма высева семян, млн. шт./га	0,05	2,5	2,5
штук на 1 м рядка	3,5	37,5	37,5

Примечание: ширина междурядий в посевах подсолнечника – 70 см, в посевах горчицы и рапса – 15 см

47. Примерные структурные модели посевов яровых зерновых и крупяных культур в ЦЧО

Показатели	Пшеница		Ячмень		Овес	Просо	Гре- чиха	Ку- ку- руза
	Твер- дая	мягкая	пиво- варен- ный	кормо- вой				
Плановая уро- жайность, ц/га	35,0	35,0	40,0	40,0	45,0	30,0	15,0	60,0

Масса семян в соцветии, г	0,75	0,70	0,81	0,75	0,90	0,83	0,50	100
Число зерен в соцветии, шт.	18,8	19,4	20,0	19,0	27,0	119	19,0	500
Масса 1000 зерен, г	40,0	36,0	40,5	39,5	33,0	7,0	26,3	200
Число растений к уборке, шт./м ²	392	350	450	360	333	300	300	6
Продуктивная кустиность	1,2	1,43	1,1	1,45	1,5	1,2	-	1,0
Число соцветий к уборке, шт./м ²	470	500	495	535	500	360	-	6,0
Общая выживаемость растений, %	65	70	75	80	80	75	75	75
Норма высева семян	6,0	5,0	6,0	4,5	4,2	4,0	4,0	0,08

48. Примерные структурные модели посевов для получения запланированной урожайности зернобобовых культур в ЦЧО

Показатели	Горох	Чина	Чечевица	Фасоль	Соя	Бобы	Нут
Плановая урожайность, ц/га							
Масса семян с 1 растения, г	3,6	3,5	1,3	8,0	5,8	7,5	4,5
Число семян на 1 растении, шт.	18	15	25	36	34	18	18
Масса 1000 семян, г	200	233	65	222	168	417	250
Число бобов на 1 растении, шт.	4	6	23	9	16	6	18
Число семян в бобе, шт.	4,5	2,5	1,1	4,0	2,1	3,0	1,0
Число растений к уборке, шт./м ²	111	100	190	30	47	40	67
Полевая всхожесть семян, %	85	85	85	85	85	85	93
Выживаемость растений к уборке, %	94	98	89	88	92	94	90
Общая выживаемость растений, %	80	83	76	75	78	80	84
Норма высева семян, млн. шт./га	1,4	1,2	2,5	0,4	0,6	0,5	0,8

4.7.4. Расчет потребности в элементах питания на планируемую урожайность

Планируя внесение удобрений, необходимо удовлетворить потребности растений в питании; обеспечить оптимальное качество продукции; не до-

пустить непроизводительных затрат удобрений и обеспечить охрану окружающей среды. Существует много способов расчета доз удобрений на планируемый урожай. Их можно объединить в три группы: нормативные; балансовые, статистические.

Нормативный метод расчета доз удобрений основан на использовании затрат удобрений на производство 1 т урожая основной продукции с учетом побочной. Дозы фосфорных и калийных удобрений определяют по формуле: $D = Y_{\text{п}} \times H \times K$,

где D – доза удобрений (азотных, фосфорных, калийных), кг/га д. в.;

$Y_{\text{п}}$ – планируемая урожайность, т/га;

H – нормативы затрат удобрений (азотных, фосфорных и калийных) на 1 т основной продукции с учетом побочной, кг/т;

K – поправочный коэффициент к дозам удобрений на агрохимические свойства почвы.

Нормативы затрат удобрений определены по каждой зоне на основе данных полевых опытов. Дозы удобрений корректируют с учетом содержания элементов питания в почве: азотных и фосфорных – по содержанию фосфора, калийных – по калию. При среднем содержании фосфора и калия в почве поправочный коэффициент к дозам азотных и фосфорных удобрений равен 1,0, а к калийным – 1,3. При малом содержании элементов питания в почве дозы удобрений увеличивают, а при большом – уменьшают.

Метод элементарного баланса базируется на расчете доз удобрений с учетом выноса элементов питания запланированным урожаем, эффективного плодородия почвы, коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений. Расчет ведут по формуле:

$$D = (Y_{\text{п}} \times B - П \times K_{\text{п}}) : K_{\text{у}},$$

где D – доза питательных веществ (NPK) на запланированный урожай, кг/га д.в.; $Y_{\text{п}}$ – планируемая урожайность, ц/га; B – вынос питательных веществ (NPK) на 1 ц основной продукции с учетом побочной, кг; $П$ – запасы

питательных веществ в почве, кг/га; $K_{\text{п}}$, $K_{\text{у}}$ – коэффициенты использования питательных веществ соответственно из почвы и удобрений.

При совместном внесении минеральных и органических удобрений формула имеет вид: $D = (Y_{\text{п}} \times B - П \times K_{\text{п}} - D_{\text{н}} \times C_{\text{н}} \times K_{\text{н}}) : K_{\text{у}}$,

где D , $Y_{\text{п}}$, B , $П$, $K_{\text{п}}$ имеют те же значения, что и в предыдущей формуле; $D_{\text{н}}$ – доза органических удобрений, т/га; $C_{\text{н}}$ – содержание питательного вещества в органических удобрениях; $K_{\text{н}}$ – коэффициент использования питательного вещества из навоза.

Дозу азотных удобрений в Центральном Черноземье рассчитывают по формуле:

$$D = (Y_{\text{п}} \times B_{\text{N}} - (П_{\text{N}} + 0,2 П_{\text{N}}) \times K_{\text{п}}) : K_{\text{у}},$$

где B_{N} – вынос азота на 1 ц основной продукции с учетом побочной, кг; $П_{\text{N}}$ – запасы минерального азота в метровом (корнеобитаемом) почве, кг/га.

Вынос питательных веществ растениями зависит от культуры, типа почвы, предшественника, метеусловий, доз удобрений и величины урожая. Вынос фосфора и калия на единицу продукции является менее изменчивым, чем вынос азота. При расчете доз удобрений необходимо пользоваться показателями выноса НРК и коэффициентами усвоения питательных веществ из почвы и удобрений, полученными и рассчитанными в конкретных условиях. Коэффициенты использования НРК из почвы и удобрений различны для разных культур. Коэффициенты возрастают в увлажненные и уменьшаются в засушливые годы.

Запасы питательных веществ в почве определяют исходя из содержания НРК в почве, плотности почвы и глубины расположения основной массы корней. При внесении удобрений под предшественник некоторая часть урожая формируется за счет неиспользованных в первый год удобрений. Ее надо исключить из общей потребности растений в питательных веществах.

Бобовые культуры в результате симбиоза с клубеньковыми бактериями фиксируют атмосферный азот и удовлетворяют свои потребности в нем на 40-80 % (горох – 40-50, соя – 60-75, люпин – 70-80, фасоль – 40-45, вика – 40-

50, многолетние бобовые – 70-95 %), что необходимо учитывать при расчете доз азота. Следует также учитывать поступление азота с атмосферными осадками (5-8 кг/га), за счет фиксации свободноживущими организмами (3-5 кг/га) и минерализации гумуса (20-25 кг/га). Потери вследствие вымывания за год на эродированных почвах составляют: азота – 15-20 кг/га, фосфора – 3-5 и калия – 5-15 кг/га. Газообразные потери азота из минеральных удобрений достигают до 20 %, из органических удобрений – 10 и из почвы – 10 %.

Статистические (эмпирические) методы определения норм удобрений под планируемый урожай основываются на многолетних экспериментальных данных. На основе обобщения результатов полевых опытов устанавливают средние нормы удобрений полевых культур на основных типах почв зоны. В зависимости от содержания питательных веществ в почве рекомендованные дозы удобрений корректируют по формуле:

$$H_o = H_p \times K,$$

где H_o – оптимальная доза, кг/га д.в.; H_p – рекомендованная доза, кг/га д.в.; K – поправочный коэффициент к рекомендованной дозе.

Поправочный коэффициент (K) зависит от содержания доступных питательных веществ в почве. В зависимости от класса обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и калия, он колеблется по азоту от 0,7 до 1,2, по фосфору – от 0,2 до 1,5 и по калию – от 0,5 до 1,7.

Дозы фосфора и калия для увеличения содержания их в почве рассчитывают по формуле:

$$Д_n = 0,1 \times (C_1 - C_2) \times Н,$$

где C_1 – планируемое содержание фосфора и калия в почве, мг/кг; C_2 – фактическое содержание фосфора и калия в почве, мг/кг; $Н$ – норма питательных веществ, необходимых для увеличения их содержания на 10 мг/кг почвы.

Дозу удобрений на прибавку урожая определяют исходя из выноса питательных веществ прибавкой урожая и коэффициентов усвоения питательных веществ из удобрений по формуле:

$$D_{\text{пр}} = Y_{\text{пр}} \times B : K_y,$$

где $D_{\text{пр}}$ – доза удобрений на прибавку урожая, кг/га д.в; $Y_{\text{пр}}$ – прибавка урожайности, ц/га; K_y – коэффициент усвоения элементов питания из удобрений; B – вынос питательных веществ на 1ц основной продукции с учетом побочной, кг.

Подробнее приведем наиболее простой и перспективный балансовый метод расчета доз удобрений на планируемую урожайность, основанный на применении дифференцированных по плодородию почв балансовых коэффициентов использования удобрений. Расчеты осуществляются по следующей формуле:

$$D = \frac{B_y - O \cdot K_1}{K_2}$$

где D – доза N, P_2O_5 или K_2O , кг/га; B_y – хозяйственный вынос соответствующего элемента с планируемым урожаем, кг/га д.в.; O – количество соответствующего элемента в органическом удобрении, кг/га д.в.; K_1 – балансовый коэффициент использования соответствующего элемента органического удобрения культурой и (или) ее предшественником, дифференцированный в зависимости от класса (группы) почвы и года действия, в долях единицы (таблица 49); K_2 – балансовый коэффициент использования соответствующих минеральных удобрений, дифференцированный по классу обеспеченности почвы в сумме за ротацию, так как при распределении его действия по годам в сумме за ротацию получают практически те же результаты в долях от единицы (таблица 49).

Использование этого метода позволяет сбалансированно и полностью обеспечить культуры необходимым количеством питательных элементов для получения запланированных уровней урожайности и одновременно оптимизировать по отношению к возделываемым культурам обеспеченность почвы подвижными формами питательных элементов без дополнительных расчетов ожидаемого баланса питательных элементов.

49. Балансовые коэффициенты использования элементов минеральных

удобрений на разных по плодородию почвах

Класс обеспе- ченно- сти почвы	Использование элементов (%) по годам							
	1-й	2-4-й	всего	1-й	2-й	3-й	4-й	всего
	N*			$\frac{P_2O_5^{**}}{K_2O}$				
1	70-75	5-10	75-85	$\frac{30-40}{60-70}$	$\frac{30-25}{10-15}$	$\frac{5-10}{10-5}$	--	$\frac{65-75}{80-90}$
2	70-75	5-10	75-85	$\frac{35-45}{65-75}$	$\frac{30-25}{10-15}$	$\frac{5-10}{10-5}$	--	$\frac{70-80}{85-95}$
3	75-80	5-10	80-90	$\frac{35-45}{70-75}$	$\frac{30-25}{10-20}$	$\frac{10-15}{10-5}$	--	$\frac{75-85}{90-100}$
4	75-80	10-15	85-95	$\frac{40-50}{70-75}$	$\frac{30-25}{25-15}$	$\frac{10-15}{5-10}$	$\frac{5}{0-10}$	$\frac{85-95}{100-110}$
5	85-90	10-15	95-105	$\frac{45-55}{75-80}$	$\frac{35-25}{30-20}$	$\frac{10-15}{10-15}$	$\frac{5-10}{5-10}$	$\frac{95-105}{120-130}$
6	90-95	10-15	100-110	$\frac{50-60}{80-85}$	$\frac{40-30}{35-25}$	$\frac{20-15}{15-20}$	$\frac{10-5}{10-15}$	$\frac{110-120}{140-150}$

Все другие балансово-расчетные методы и модификации определения оптимальных доз удобрений для получения планируемых уровней урожаев культур в любых почвенно-климатических условиях также могут быть использованы, но с обязательной последующей проверкой системы удобрения по ожидаемому балансу питательных элементов, так как без такой проверки не известно, что может произойти с обеспеченностью почв питательными элементами и, следовательно, с экологической ситуацией в целом на этой территории.

Применение балансовых коэффициентов позволяет определять оптимальные дозы и соотношения удобрений под отдельными культурами в севооборотах и любых чередованиях их с одновременным контролем и управлением изменений обеспеченности почв питательными элементами в желаемом направлении. Исчезает необходимость дополнительных расчетов балансов элементов (в полях, севооборотах, хозяйстве и т.д.), т.к. желаемый баланс закладывается в балансовых коэффициентах.

На основе обобщения данных многолетних опытов других научных учреждений Нечерноземной зоны рекомендованы дифференцированные в

зависимости от окультуренности почв балансовые коэффициенты использования минеральных (таблица 49) и органических (таблица 50) удобрений.

Для органических удобрений коэффициенты следует подбирать обязательно с учетом года действия их, так как ежегодно эти удобрения применяют далеко не под все культуры севооборота.

50. Балансовые коэффициенты использования элементов органических удобрений на разных по плодородию почвах

Класс обеспеченности поч- вы	Использование элементов (%) по годам				
	1-й	2-й	3-й	4-й	всего
Азот (N)					
1	30-40	25-15	5-15	—	60-70
2	30-40	30-20	10-20	—	70-80
3	35-45	30-20	10-20	5	80-90
4	35-45	30-20	10-20	5-10	90-100
5	35-45	40-30	15-25	10-15	100-115
6	35-45	40-30	20-30	15-20	110-125
Фосфора P_2O_5 , Калия K_2O					
1	$\frac{35-45}{60-70}$	$\frac{30-25}{10-16}$	$\frac{5-10}{10-5}$	--	$\frac{70-80}{80-90}$
2	$\frac{35-45}{65-75}$	$\frac{35-25}{10-15}$	$\frac{5-15}{10-5}$	--	$\frac{75-85}{85-95}$
3	$\frac{40-50}{70-75}$	$\frac{35-25}{10-20}$	$\frac{5-15}{10-5}$	--	$\frac{80-90}{90-110}$
4	$\frac{40-50}{70-75}$	$\frac{35-25}{25-15}$	$\frac{10-15}{10-15}$	$\frac{5-10}{5-10}$	$\frac{90-100}{105-115}$
5	$\frac{45-55}{75-80}$	$\frac{35-25}{30-20}$	$\frac{10-15}{10-15}$	$\frac{10-15}{5-15}$	$\frac{100-110}{120-130}$
6	$\frac{50-60}{80-85}$	$\frac{40-30}{35-25}$	$\frac{15-20}{15-20}$	$\frac{10-15}{10-20}$	$\frac{115-125}{140-150}$

Все перечисленные методы расчета потребности в элементах питания на планируемую урожайность имеют свои достоинства и недостатки. Но все они требуют совершенствования, разработки нормативной базы и дифференциации названных выше коэффициентов в соответствии с разнообразными почвенно-климатическими условиями.

Например, для условий Западной Сибири разработана методика расчета доз азота на планируемую урожайность яровой пшеницы с учетом весенних запасов и текущей минерализации азота по предшественникам (Кирю-

шин В.И., Южаков А.И. и др., 1986). На рисунке 10 показан вклад различных источников минерального азота в формирование урожайности яровой пшеницы по разным предшественникам.

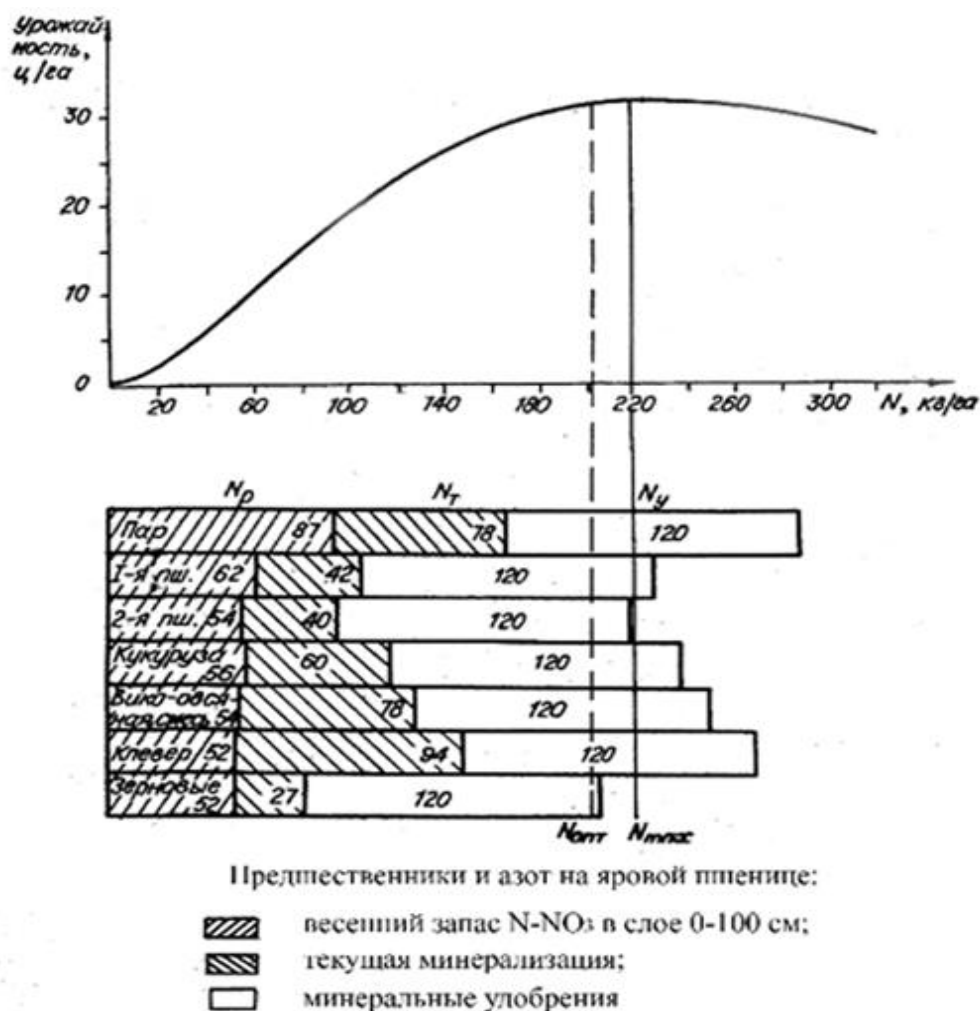


Рис. 10. Предшественники и азот на яровой пшенице

Дозу азота в расчете на планируемую урожайность определяют по формуле:

$$D_N = \frac{Y \cdot H}{C} - (N_1 - N_2)$$

D_N – доза азота на планируемую урожайность, кг/га;

Y – планируемая урожайность, ц/га;

H – норматив расхода азота на 1 кг зерна с учетом содержания его в побочной продукции;

C – коэффициент использования азота из минеральных удобрений и почвы

N_1 – содержание минерального азота в почве, кг/га

N_2 – азот, образующийся в почве в период вегетации растений, кг/га.

Нормативы Н и С устанавливаются на основе экспериментальных исследований зональных НИИ. В таблицах 50. и 51 они показаны для яровой пшеницы на примере Новосибирской области.

51. Нормативы расхода (Н) и использования (С) азота растениями пшеницы

Зона	Урожайность, ц/га	Норматив	
		Н	K_N
Северная лесостепь	30	4,0	0,7
Южная лесостепь	20-30	4,3	0,6
Степь	20	4,5	0,5

52. Средние оценки текущей минерализации азота в зависимости от предшественников в слое 0-100 см, кг/га

Предшественник	Черноземы выщелоченные, южные тяжело- и среднесуглинистые	Черноземы южные легкосуглинистые	Черноземы обыкновенные, лугово-черноземные почвы
Пар	80	70	100
1-я пшеница по пару	50	40	70
2-я пшеница по пару	40	30	60
Кукуруза	60	50	75
Зернобобовые	80	60	100
Зерновые по зерновым	20	20	40

Методы расчета доз фосфорных удобрений на планируемую урожайность особо нуждаются в совершенствовании в полевых экспериментах, учитывая, что показатели содержания подвижного фосфора носят условный характер в отличие от фактического содержания минеральных форм азота в почве, поскольку фосфаты малорастворимы или сорбированы почвой и ни одна вытяжка не может отражать доступное для растений содержание. Соответственно возрастает роль нормативного подхода на основе экспериментальных данных для различных почвенно-климатических условий.

В качестве примера приведем методику расчета доз фосфорных удобрений под яровую пшеницу для различных природных зон Западной Сибири.

Формула расчета:

$$Д = У \cdot Н_p$$

где Д – доза P_2O_5 в расчете на планируемую урожайность, ц/га;

У – урожайность, ц/га;

H_p – норматив расхода P_2O_5 на 1 ц.

Нормативы H_p устанавливаются экспериментально. В таблице 44. они показаны для яровой пшеницы на примере Новосибирской области.

53. Норматив расхода P_2O_5 кг на 1 ц зерна при интенсивном возделывании яровой пшеницы (Новосибирская область)

Содержание P_2O_5 на картограммах мг/ 100 г почвы			
<10	10-15	15-20	20
Лесостепь низменности			
3,0	2,7	2,3	1,3
Северная лесостепь Присалаирья			
3,2	2,7	2,4	1,5
Северная лесостепь Приобья			
2,6	2,4	2,0	1,4
Южная лесостепь			
2,4	2,2	1,7	1,2
Степь			
2,3	2,1	1,9	1,3

4.7.5. Принципы управления развитием элементов продуктивности полевых культур

Управление формированием продуктивности проводится на основании данных, характеризующих рост и развитие растений. При этом большая роль должна отводиться продукционному процессу, под которым понимается система показателей, характеризующих динамику формирования общей фитомассы (в том числе хозяйственного урожая) во времени и в пространстве. Информация о фотосинтетической деятельности и продукционном процессе фитоценозов может использоваться в следующих направлениях:

- при разработке отдельных агроприемов и агротехнологий;
- при моделировании, программировании и прогнозировании продуктивности посевов (насаждений) различных культур;
- при создании высокопродуктивных сортов и гибридов.

В настоящее время предложено большое количество показателей, которые характеризуют особенности фотосинтетической деятельности и про-

дукционного процесса различных сельскохозяйственных культур. Для этой цели применяются различные методы, главные из которых приводятся ниже.

1. Показатели, характеризующие мощность фотосинтетического аппарата. Основным фотосинтетическим органом растения является лист. Однако в фотосинтезе принимают участие и другие органы (стебель, колос, боб и т.д.). Доля участия каждого и их соотношение могут быть представлены различными показателями, которые выражаются массой площадью, и содержанием хлорофилла. Для характеристики мощности фотосинтетического аппарата могут применяться следующие показатели:

- коэффициент облиствленности стебля;
- соотношение массы живых и мертвых листьев;
- площадь листьев и других фотосинтезирующих органов;
- общее содержание хлорофилла (а+в) во всех фотосинтезирующих органах растения;
- фотосинтезирующие потенциалы листьев и целого растения.

2. Показатели, характеризующие производительность фотосинтетического аппарата (интенсивность и чистая продуктивность листьев и целого растения).

3. Показатели, характеризующие среднесуточные приросты надземной и подземной фитомассы, а также динамику ее формирования. Это наиболее простые показатели, которые очень легко определяются в полевых условиях.

4. Показатели, характеризующие донорно-акцепторные отношения и реутилизацию пластических веществ:

- динамика процентного соотношения всех органов растения;
- коэффициент хозяйственной эффективности.

5. Энергетическая оценка. Полная энергетическая характеристика природных и культурных фитоценозов может быть дана с помощью следующих показателей:

а) коэффициент использования ФАР во времени (K_v), показывающий ее долю от падающей за потенциально возможный вегетационный период в данной зоне или провинции;

б) коэффициент использования ее в пространстве (K_n), то есть общепринятый сейчас КПД ФАР;

в) коэффициент биоэнергетической эффективности (K_6), характеризующий отношение обменной энергии хозяйственного урожая к антропогенной, которая была затрачена на его выращивание и уборку.

При управлении продукционным процессом большое внимание должно уделяться формированию посевов с оптимальной плотностью стояния растений (продуктивных стеблей) и обеспечению их высокой индивидуальной продуктивности. Густота стояния растений или продуктивного стеблестоя в посевах прямо зависит от нормы высева и полевой всхожести семян, от кустистости (ветвистости) и сохранности растений до уборки. Однако применять большие нормы высева не всегда целесообразно. Для получения оптимальной густоты продуктивного стеблестоя необходимо использовать приемы, повышающие полевую всхожесть, кустистость и выживаемость растений в посевах. Полевую всхожесть можно увеличить используя оптимальные сроки сева, лучшие семена с высокой энергией прорастания в комплексе с правильной, тщательной подготовкой почвы для их посева, создавая плотное, влажное ложе и рыхлый воздухопроницаемый посевной слой почвы оптимальной глубины.

Чрезмерное заглубление семян при посеве (особенно в непрогретую почву) резко уменьшает их полевую всхожесть, а также сильно задерживает появление всходов и ослабляет их. У зерновых злаков, например, глубина посева должна быть не меньше глубины залегания узлов кущения (2,5-3 см) и не больше длины coleoptily (4-5 см), а у пропашных культур она должна еще увеличиваться на длину эпикотилья (3-5 см). Мелкий посев в сухую и неправильно подготовленную почву тоже может стать причиной низкой полевой всхожести и изреживаемости посевов.

Продуктивная кустистость (ветвистость растений) находится в обратной зависимости от густоты посева. Она значительно увеличивается при оптимизации азотного питания и влагообеспеченности растений. Сильнее других кустятся озимые хлеба, слабее – яровые, особенно кукуруза. Хорошо ветвятся также гречиха, рапс, соя, плохо – горох, кормовые бобы и др. Выживаемость растений (стеблей) сильно зависит от степени засоренности посевов, их полегания, поражения болезнями, повреждения вредителями и т.д. Защита посевов от этих факторов резко увеличивает число выживших растений и предуборочную густоту продуктивного стеблестоя.

Число и масса зерен (семян) на растениях значительно зависят от фаз трубкования (стеблевания) – плодообразования и налива семян. Улучшение пищевого, водного и воздушного режимов, защита растений от сорняков, вредителей и болезней в процессе ухода за посевами позволит увеличить индивидуальную продуктивность каждого растения.

Формирование массы зерен в колосе зависит от фитосанитарного состояния верхних листьев и колоса в период цветения-созревания, поскольку в этих органах образуется основная часть ассимилянтов, поступающих в зерно (40-60% - из флагового листа, 20-30% - из второго сверху, остальное количество из самого колоса). Условия налива зерна можно улучшить с помощью обработки посевов ретардантами против полегания, фунгицидами – против болезней листьев и колоса, подкормок азотом и микроэлементами. Все это способствует усилению реутилизации питательных веществ из вегетативных органов на формирование генеративных и запасющих.

Современные технологии приспособлены к динамике агроэкологических условий в пространстве и времени. В связи с этим требуется постоянный мониторинг (агроконтроль) за продукционным процессом посевов, фитосанитарной ситуацией в них, развитием растений, применением подкормок удобрениями в соответствии с результатами растительной диагностики. В отечественной литературе чаще всего используется методика контроля за прохождением 12 этапов органогенеза, разработанная Ф.М. Куперман. В за-

падных странах пользуются более подробными фенологическими шкалами, подразделяя весь цикл развития на 10 фаз, каждую из них – на 10 подфаз (микрофаз) по развитости морфологических признаков, что позволяет более детально контролировать процессы формирования элементов продуктивности. Каждый этап (фенофаза, микрофаза) характеризуется присущим ему состоянием конуса нарастания и образованием соответствующих органов (элементов продуктивности). Например число стеблей на растении у злаков формируется на втором этапе органогенеза (20-25 микрофаза), число членков колосового стержня – на третьем (29), число колосков в колосе – на четвертом (30), число цветков в колосе – на пятом (31), фертильность цветков – на седьмом (45-49), озерненность колоса – на девятом (61-69), величина зерновки – на 10-11-ом (70-77), качество зерна – на 11-12-ом (71-85), масса зерновки – на 11-12-ом (83-91), всхожесть и энергия прорастания семян – на 11-12-ом (87-92).

Этапы органогенеза (микрофазы) используют в практической деятельности при определении соответствия факторов жизни биологическим особенностям растений, а также для проектирования мероприятий по уходу за посевами (рыхление и мульчирование почвы; борьба с сорняками, вредителями и болезнями, подкормки, поливы и т.д.). Такой мониторинг позволяет управлять формированием элементами продуктивности. Например, азотная подкормка ранней весной увеличивает кустистость и густоту продуктивного стеблестоя озимых культур, в начале трубкования – улучшает формирование элементов колоса, а в период колошение-налив – повышает качество зерна. В связи с разновременностью образования органов продуктивности, низкий показатель предыдущих элементов урожайности можно в определенной степени компенсировать более интенсивным развитием последующих путем оптимизации факторов жизни растений в период их формирования.

4.7.6. Методы и средства управления продукционным процессом полевых культур в точных агротехнологиях

Внедрение современных методов управления производственным процессом в сельскохозяйственную практику требует оснащения пользователей специальным оборудованием и аппаратно-программным обеспечением. Эффективность агротехнологий во многом зависит от того, как быстро и точно будут измерены те или иные параметры, характеризующие состояние агроценоза. Частота измерений (пространственная и временная) зависит от изменчивости измеряемого показателя. В связи с этим возникает большая необходимость в разработке специальных технических средств для автоматизированного сбора и анализа информации с привязкой измерений к глобальной системе позиционирования (GPS). Именно с появлением GPS открылась принципиальная возможность для перехода от традиционных технологий к точным, воздействующим на агроэкосистемы с учётом локальной изменчивости почвенного покрова поля.

GPS используется для определения координат мобильной сельскохозяйственной техники в поле. В настоящее время на территории России функционируют две системы глобального позиционирования: американская NAVSTAR и российская ГЛОНАСС. Они позволяют неограниченному числу объектов, имеющих приёмную аппаратуру, в режиме реального времени и с высокой точностью определять своё местоположение, скорость движения и ряд других параметров в любой точке планеты. Наибольшее распространение в данном отношении получила приёмная аппаратура американской системы, в связи с хорошо налаженным производством и полностью развернутой группировкой космических аппаратов. Наша система пока не имеет достаточного количества спутников на орбите, и поэтому не может обеспечить хорошей точности. Однако сейчас идет поэтапная модернизация системы ГЛОНАСС.

Задача определения координат мобильной сельскохозяйственной техники является одной из главных по двум причинам. Во-первых, таким образом решается задача дифференциации управления в пределах поля, и участки неоднородности могут быть четко идентифицированы. Вторая причина за-

ключается в том, что размеры управляющих воздействий, например, внесения удобрений, высева семян, обработки средствами защиты растений, должны варьироваться с учётом выявленной неоднородности по заданной технологической карте в режиме «off-line».

Навигационная система, устанавливаемая на сельскохозяйственной технике, включает в себя приёмник, т.н. GPS-приёмник, и бортовой компьютер с программным обеспечением. Этот комплекс позволяет вести запись текущих координат для этого агрегата, высоты и других параметров с любыми заданными интервалами времени. Запись навигационных данных производится в широко известных форматах NMEA 0183, ESRI Shapefile и KML (Google Earth), что позволяет их легко импортировать в любую ГИС для дальнейшей обработки и производства необходимых агротехнических расчётов.

Для обработки информации, получаемой с помощью информационно-измерительных систем, используются стационарный и бортовой компьютеры. Стационарный компьютер с программным обеспечением в общем случае должен выполнять следующие основные функции:

- ведение атрибутивной и пространственной базы данных с использованием геоинформационных систем (ГИС);
- ведение базы декларативных и процедурных знаний;
- обработку знаний и данных и формирование программы реализации информационной технологии точного земледелия.

Бортовой компьютер с программным обеспечением должен выполнять следующие основные функции:

- фиксацию координат агрегатов (мобильных комплексов) в любой момент времени путём приёма сигналов от ГСП и других датчиков в процессе движения и осуществление по необходимости навигации в заданную точку;
- автоматическое создание электронных карт обследованных полей с разбивкой их на элементарные участки заданных размеров

- обеспечение накопления и первичной обработки данных полевых измерений с использованием ГИС - технологий и экспорт этой первичной информации в стационарный компьютер;
- формирование управляющих сигналов для дифференцированного исполнения тех или иных агротехнических операций и обеспечение соответствующего их контроля на основе выработанной стационарным компьютером программы реализации технологии

Из существующего программного обеспечения заслуживает внимания отечественная разработка Панорама-АГРО для стационарного компьютера и Панорама-мобайл для бортового (в качестве бортового компьютера могут использоваться КПК, коммуникаторы с платформой Windows Mobile) и американская Farmorks Office и Farmworks Site Mate соответственно. На рынке представлены и другие англоязычные продукты SSToolbox, ПО немецких производителей Agrar Office, AgroNet NG, AgroMap PF.

Для осуществления перехода от технологий, базирующихся на усредненных показателях параметров плодородия поля и состояния посевов, к избирательному воздействию на систему «почва - растения» необходимо, чтобы рабочие органы сельскохозяйственных машин управлялись бортовыми компьютерами. Автоматизированная система управления рабочими органами должна быть хорошо отлаженной, чтобы существовала чуткая реакция агрегата на изменение таких показателей, как норма высева, доза внесения удобрений и химических мелиорантов, расход средств химической защиты растений. От точности и надёжности техники такого рода зависит успех реализации точного земледелия.

В этой области в мире также существуют определённые достижения. Многие страны приступили к выпуску специальной сельскохозяйственной техники для точного земледелия, причём она имеет различную специфику и способна производить работы на всех этапах возделывания сельскохозяйственной культуры - от предпосевной обработки почвы до уборки урожая. Параллельно ведутся интенсивные исследования по совершенствованию

имеющейся техники и разработке новых машин и оборудования, отвечающим современным тенденциям развития новой информационной технологии.

Ядром реализации информационной технологии ТЗ является информационно-аналитическая система (ИАС). С помощью этой системы производитель может корректировать (адаптировать) агротехнологию для возделывания данного сорта на конкретном поле с учетом особенностей своего хозяйства и своего опыта.

После завершения генерации технологической операции с помощью специально разработанного интерфейса ИАС автоматически формируется задание на выполнение конкретной операции (учетный лист водителя/механизатора). Для выполнения операции в режиме точного земледелия карта в формате sit или shp – файла выгружается через USB-интерфейс на мобильный компьютер (КПК) с GPS-антенной используемый как бортовой компьютер сельскохозяйственной техники. В зависимости от режима реализации операции различают два типа задания:

- Карта операции (режим функционирования "off-line")
- Карта агротребований на выполнение операции (режим "on-line")

Карта операции - электронная карта поля, где для каждого однородного участка поля указана норма технологического воздействия. Реализация заданной технологической операции в рассматриваемом режиме обязательно предполагает предварительную компоновку информации в виде электронной карты операции.

Формирование карты операции можно осуществлять следующим образом. С помощью мобильного комплекса, оснащенного бортовым компьютером с навигационным и геоинформационным, а также соответствующим программным обеспечением создается электронный образ сельскохозяйственного объекта, на котором планируется выполнение заданной технологической операции. Располагая этим образом объекта (поля, агроландшафта) с четкими границами в пространстве, осуществляют сбор необходимой атрибутивной информации (на основе агрохимических, агрофизических, фитосанитарных и

других обследования) с жесткой привязкой регистрируемых данных к фиксированным участкам внутри поля. На следующем шаге полученная информация обрабатывается на стационарном компьютере ИАС. Для заданной технологической операции производят по определенным алгоритмам (моделям) расчет уровня технологического воздействия для каждого имеющегося в базе данных однородного участка поля, т.е. создают массив информации, где каждому однородному участку внутри поля с фиксированным геометрическим образом устанавливают в соответствие те или иные уровни технологического воздействия (дозы удобрений и других химических и биологических средств, нормы высева семян и т.п.), которые должны быть осуществлены при реализации заданной операции в поле. Сформулированный таким образом массив информации и является электронной картой поля по заданной технологической операции, которая записывается на мобильный технический носитель, например на чип-карту.

На этапе реализации технологической операции чип-карта вводится в бортовой компьютер, смонтированный на двигателе (тракторе). Двигатель оснащен навигационным оборудованием и соответствующим агрегатом, который способен автоматически менять по команде уровень технологического воздействия на заданном участке поля в ходе движения. С помощью специализированного программного обеспечения бортовой компьютер постоянно производит оперативное определение места нахождения агрегата, а по информации, записанной на чип-карте, определяет уровень технологического воздействия на этом участке поля с последующей выработкой управляющей команды и обеспечивает синхронный контроль ее выполнения.

Режим *"off-line"* применяется для технологических операций, которые планируют заранее (нормы высева семян, дозы удобрений и мелиорантов). Однако этот режим может быть использован и в оперативных мероприятиях по уходу за посевами. Например, с помощью мобильного радиоуправляемого самолета, смонтированных на нем GPS-приемника и видеокамеры можно получить информацию о распределении сорняков в пределах заданного поля.

Подобная информация позволит оперативно построить электронную карту распределения сорняков по полю, определить дифференцированные дозы тех или иных гербицидов для их подавления, а затем реализовать их внесение в режиме "off-line".

Вместе с тем, для реализации оперативных решений в точном земледелии, нашел практическое применение специальный режим - "on-line". Он используется в основном для азотных подкормок и внесения средств защиты растений (фунгицидов, ретардантов, гербицидов). Для его реализации в бортовой компьютер вводится карта агротребований для заданной операции. Это таблица, которая устанавливает взаимосвязь между сигналом, полученным от датчика, установленного на техническом средстве, например, на комбайне или тракторе, и нормой технологического воздействия на поле.

Реализация операции в рассматриваемом режиме обязательно предполагает наличие датчика (датчиков) определения состояния среды обитания посева и принципиальной возможности по измеренному сигналу принять решение.

Формирование карты агротребований может осуществляться двумя способами. В первом случае СППР по заданной технологической операции и планируемым к применению датчиков выбирает из базы знаний необходимые сведения для составления специальной таблицы, где каждому из всех возможных диапазонов измеренного на поле сигнала ставится в соответствие конкретно определенный уровень технологического воздействия. Сформированная таким образом информация на стационарном компьютере записывается на технический носитель и является картой агротребований по заданной технологической операции с заранее определенным набором датчиков, который должен быть смонтирован на движителе.

На практике в настоящее время используется и второй способ, предполагающий непосредственный ввод в бортовой компьютер информации, которую должна содержать карта агротребований. Это связано прежде всего с тем, что еще не нашли широкого применения СППР нового типа. Режим

непосредственного ввода управленческой информации в бортовой компьютер удобен также при корректировке норм воздействия в полевых условиях.

На этапе выполнения технологической операции в режиме *"on-line"* с помощью специального программного обеспечения бортовым компьютером синхронно осуществляется оперативное управление датчиками по определению состояния среды обитания, выработка на основе карты агротребуваний и полученных в ходе движения измерительных сигналов управленческого решения и контроль за его реализацией.

Важно отметить, что для реализации технологических операций в режиме *"on-line"* принципиально не требуется навигационного оборудования, кроме систем обеспечивающих параллельное вождение техники (СПВ и автопилотов). Наличие же GPS-приемников совершенно необходимо для рассмотренного выше режима *"off-line"*. Вместе с тем наличие навигационного оборудования в режиме *"on-line"* позволяет формировать электронные карты, характеризующие уровни осуществленного технологического воздействия на тех или иных участках внутри поля. Подобная информация может оказаться полезной при анализе результатов и выработке новых решений по заданному полю.

В настоящее время на всех этапах реализации системы земледелия решения о выполнении различных технологических операций принимаются в условиях отсутствия более или менее достаточной информации о параметрах среды обитания растений, характеристиках состояния посевов в процессе роста и развития растений, данных о предыдущих антропогенных вмешательствах в эту среду, в том числе, загрязнении агрохимикатами, что крайне важно для принятия правильного технологического решения. Существующие технологии и технические средства формирования информационной базы, обеспечивающие выбор и адаптацию к конкретным условиям, требуют апробации в реальных полевых условиях.

Инструментарий точного земледелия довольно быстро расширяется. Впечатляют потенциальные возможности его практического использования,

пропагандируемые в литературе. Появилось учебно-практическое пособие по точному земледелию (Точное сельское хозяйство ..., 2009). Однако практическое использование имеющихся достижений – процесс достаточно длительный и постепенный. Помимо принципиального технологического решения требуются определенные условия для его реализации – экономическая окупаемость, профессиональная подготовленность товаропроизводителей и др. Например, окупаемость технологий внесения минеральных удобрений в изменяющемся режиме off line пока что весьма проблематична и возможна при достаточно высоком уровне урожайности.

Вследствие указанных ранее причин эти технологии не следует противопоставлять дифференцированному внесению удобрений по производственным участкам полей севооборотов. При этом должна быть усовершенствована методика составления картограмм обеспеченности почв элементами питания с учетом микроструктуры почвенного покрова.

Тем не менее, элементы точного земледелия и упомянутого инструментария находят практическое применение и этот процесс ускоряется. В числе таковых применение контроллера параллельного вождения агрегатов по полю, новые машины для внесения удобрений и пестицидов с использованием информационных технологий.

Центорбежные распределители минеральных удобрений нового поколения пришли на смену РУМам и РМГ, не обеспечивающим должную равномерность распределения удобрений по полю. В России довольно широко применяется распределитель типа Amazon ZA-M. Он укомплектован двумя сменными распределяющими дисками Omnia-Set. Они вращаются против направления движения изнутри наружу и оснащены одной короткой и одной длинной лопастями. Спиральные мешалки в воронковидных наконечниках бункера обеспечивают равномерный поток удобрений на распределяющие диски. Медленно вращающиеся спиральные сегменты мешалки равномерно подают удобрения к соответствующему выпускному отверстию. Наиболее важной характеристикой рассматриваемого распределителя является воз-

возможность автоматической регулировки дозы распределяемого вещества в соответствующем диапазоне под управлением бортового компьютера.

Для внесения пестицидов используются **опрыскиватели нового типа**, в частности Amazon VF 800. Он оснащён штангами Super-S с полной гидравлической регулировкой и системой автоматического складывания и раскладывания.

В комплект оборудования по внесению минеральных удобрений и агрохимикатов входит бортовой компьютер Amatron II А для управления навесным распределителем удобрений и опрыскивателем. Бортовой компьютер подключается к полевому опрыскивателю или распределителю минеральных удобрений и служит в качестве индикаторного, контрольного и управляющего устройства. Микрокомпьютер оснащён запоминающими устройствами.

Amatron II А производит регулировку нормы внесения удобрений с учётом фактической скорости и ширины захвата навесного оборудования. Установка дозы удобрения может вестись тремя способами:

- установка одной фиксированной дозы на бортовом компьютере с помощью клавиатуры.
- использование заранее подготовленной на стационарном компьютере карты-задания с пространственной привязкой к местности (режим off-line).
- управление дозой удобрения на основании данных, получаемых в процессе движения трактора по полю и агротребуваний при работе в режиме on-line.

Контролер параллельного вождения необходим для точного вождения техники по полю, с точностью, которую позволяет выдерживать GPS-приемник. Точное вождение по полю необходимо во избежание разрывов и перекрытий полос внесения минеральных удобрений, что само по себе дает ощутимый экономический и экологический эффект. Так, при традиционном внесении удобрений механизатор ориентируется по пенному маркеру (если он есть), но при большой ширине захвата сельскохозяйственной техники это

достаточно проблематично, тем более когда работы ведутся в темное время суток. Контролер параллельного вождения позволяет решить эту проблему. Контролер состоит из курсоуказателя со световым табло, пульта управления и соединительных кабелей. Механизатор, находящийся в кабине транспортного средства, должен контролировать работу системы и в то же время управлять транспортом.

4.7.7. Агроэкологические требования к сельскохозяйственной технике

В развитии адаптивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур определяющая роль принадлежит техническим средствам, которые должны обеспечивать точное выполнение технологических операций в соответствии с экологическими условиями с учетом энергоресурсосбережения, а также требований многоукладности хозяйствования. При этом экологические издержки использования тракторов и сельскохозяйственных машин не должны выходить за пределы нормативов.

Первоочередной задачей в данной связи является оптимизация структуры и использования машинно-тракторного парка в отношении влияния на почву ходовых систем. Острая актуальность этой проблемы продиктована угрожающими размерами деградации почв в результате уплотнения под воздействием усиливающейся техногенной нагрузки.

В настоящее время в расчете на один гектар пашни в среднем по стране приходится до 13 эталонных гектаров механизированных работ. Этот показатель растет. Увеличивается мощность и соответственно масса тракторов. При этом в структуре тракторного парка до 70 % увеличилась доля колесных тракторов, а в их числе возросла доля тяжелых машин типа К-700, у которых удельное давление на почву вдвое выше по сравнению с преобладавшим ранее трактором ДТ-54.

54. Показатели гусеничных и колесных тракторов общего назначения

Трактор	Эксплуатационная масса, кг	Среднее давление, кПа	Максимальное давление на почву движителей, кПа	Нормальное напряжение в почве на глубине 0,5 м, кПа
ДТ-54	5000	36,0	98,6	16,3
ДТ-54А	5880	42,0	115,1	19,0
Т-74	5980	42,7	117,0	19,4
Т-75	6080	43,4	118,9	19,7
ДТ-75	6370	45,8	125,5	20,8
Т-150	8120	52,8	179,7	24,5
Т-4	8100	36,8	99,3	17,6
Т-4А	8400	38,0	102,6	18,2
С-100	11400	48,1	72,1	25,6
Т-150К	8100	122,0	183,0	36,0
К-701	13700	136,0	205,0	56,1

Переуплотняют почву тяжелые комбайны, транспортно-технологические средства и другие машины (табл. 54). В уборочный период транспортно-технологическая техника развивает в 1,5—2 раза большее давление на почву, чем тракторы. По данным многолетних исследований Северо-Кавказского филиала ВНИИ механизации сельского хозяйства, на черноземах удельное сопротивление обработке почвы на глубину 20—22 см по следам гусеничных и легких колесных тракторов было выше на 12—15 %, чем вне следов, по следам тракторов Т-150К и К-701 — на 44, автомобилей и комбайнов — на 60—64, транспортных тракторных агрегатов с прицепами — на 70—90 %. При этом снижается качество крошения пласта почвы. Если вне следов степень крошения пласта составила 87 %, то по следам тракторов Т-150К—83, К-701 — 56 %. Уплотняющие деформации почвы под влиянием этих тракторов распространяются на глубину 40—60 см, а иногда до 1 м. В районах с повышенным увлажнением, например в таежно-лесной зоне, где эти тракторы в последнее время получили необоснованно широкое распространение, уплотняющее влияние их на почву проявляется еще сильнее.

На основе обобщения многочисленных научных исследований, отечественных и зарубежных рекомендаций разработаны допустимые нормы воздействия движителей на почву (табл. 55) и расчетные нормативные напряжения под их влиянием на глубине 0,5 м. Эти данные представлены для весеннего и летне-осеннего периода в связи с различными условиями увлажнения почв. Они должны использоваться непосредственно в сельскохозяйственном производстве при планировании и выполнении полевых работ и при разработке исходных требований на соответствующие виды мобильной техники.

55. Нормы воздействия движителей на суглинистую и глинистую почву

Влажность почвы в слое 0-30 см, НВ	Максимальное давление колесного и гусеничного движителей, кПа, не более		Нормальное напряжение в почве на глубине 0,5 м, кПа, не более	
	Весенний период	Летне-осенний период	Весенний период	Летне-осенний период
0,9	80	100	25	30
0,7-0,9	100	120	25	30
0,6-0,7	120	140	30	35
0,5-0,6	150	180	35	45
<0,5	180	210	35	50

Разработчик таких требований должен определять в них условия применения машин по периодам и календарным срокам, а также наиболее вероятные значения влажности почвы в указанные сроки по многолетним данным. Например, в период уборки зерновых колосовых культур влажность почвы в Краснодарском крае колеблется около 0,5 НВ, в то время как в районах Северо-Запада европейской части России она находится в этот период на уровне 0,7—0,9 НВ. Соответственно допустимое максимальное давление на почву движителей уборочной и другой техники для данных условий различается вдвое.

Сравнение фактических характеристик движителей тракторов с нормативными данными свидетельствует о необходимости их совершенствования.

В плане ландшафтной адаптации движителей и почвообрабатывающих машин имеется ряд новых технических решений, которые могут реализоваться в конкретных конструкциях. К ним относятся новые типы гусеничных движителей, эластичных (сверхнизкого давления) шин колес тракторов, комбайнов, транспортных средств, использование тракторов со сдвоенными колесами.

Наряду с совершенствованием машинно-тракторного парка серьезную перспективу в снижении техногенной нагрузки на почву представляет использование комбинированных агрегатов, совмещающих различные операции по основной, предпосевной обработке почвы, внесению удобрений, посеву. Существуют серийные агрегаты типов АКП, РВК, АКР и др. Множество вариантов комбинированных агрегатов создают рационализаторы в хозяйствах, подтверждая необходимость развития этого направления в широких масштабах.

Экологизация почвообработки связана с применением широкого спектра технических средств, приспособленных к разнообразным природным и хозяйственным условиям.

Создано множество разнообразных рабочих органов почвообрабатывающих машин, в том числе для основной обработки почвы (чизели, рыхлители, щелеватели, рыхляще-подрезающие рабочие органы, параплау и др.), для поверхностной обработки (рабочие органы пассивного, активного и катящегося типов, прорезные, игольчатые диски и др.). На очереди разработка четвертого поколения почвозащитного комплекса машин с учетом новейших требований адаптивного земледелия.

Для оптимизации посева сельскохозяйственных культур и внесения удобрений нужны существенные технические коррективы в конструкциях рабочих органов сеялок для точного размещения семян, удобрений и пестицидов в соответствующих слоях почвы, создание приспособлений для локального внесения удобрений и точного их дозирования.

4.8. Определение эколого-экономической эффективности адаптивно-ландшафтных систем земледелия

Оценка эффективности адаптивно-ландшафтной системы земледелия должна осуществляться как с позиций увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции, так и улучшения экологического состояния природной среды и социальных условий жизни населения. Она выполняется на основе системы критериев экономического, экологического, а также социального порядка.

Экономическая сущность эффективности понимается в науке и практике как сопоставление результата с затратами живого и овеществленного труда, необходимыми для получения этого результата. В сельском хозяйстве экономическая эффективность определяется как максимальное производство необходимой обществу продукции при наименьших затратах труда и ресурсов на ее единицу или прирост производства валовой продукции (валового дохода) при наименьших затратах труда и ресурсов на единицу земельной площади.

Поскольку земля в сельском хозяйстве является основным и незаменимым средством производства, строго ограниченным в пространстве, то критерий экономической эффективности сельскохозяйственного производства правильнее будет определять как увеличение выхода необходимой обществу сельскохозяйственной продукции с единицы земельной площади при сохранении и повышении плодородия почвы, т.е. экономическая эффективность сельскохозяйственного производства сводится, прежде всего, к эффективности использования земли. В свою очередь, под экономической эффективностью использования земли следует понимать уровень ведения на ней хозяйства, который характеризуется выходом продукции с единицы площади и ее себестоимостью.

Тогда экономическая эффективность использования земли в сельском хозяйстве может быть определена системой показателей, которая включает:

- стоимость валовой продукции, ее прироста (уменьшения) всего и в расчете на 1 га (руб.);
- текущие производственные затраты, всего и в расчете на 1 га (руб.)
- урожайность сельскохозяйственных культур (ц/га);
- себестоимость производства единицы продукции (руб./т);
- чистый доход, всего и в расчете на 1 га (руб.);
- годовой экономический эффект, всего и в расчете на 1 га (руб.);
- прибыль, всего и в расчете на 1 га (руб.).

Совокупную эффективность реализации адаптивно-ландшафтных систем земледелия также можно оценить по приросту объемов производства валовой продукции сельского хозяйства, валового или чистого дохода, полученным за счет внедрения этой системы земледелия и его сравнением с дополнительными затратами, вызвавшими этот прирост:

$$\mathcal{E}_л = \frac{Дн - Дб}{Зл},$$

$\mathcal{E}_л$ – совокупный эффект от внедрения адаптивно-ландшафтной системы земледелия;

$Дн - Дб$ – годовой прирост валового (чистого) дохода или валовой продукции сельского хозяйства, полученный за счет внедрения адаптивно-ландшафтных систем земледелия;

$Зл$ – затраты на мероприятия по внедрению адаптивно-ландшафтного земледелия.

При учете временного аспекта эффективности можно соизмерить ежегодный эффект с ежегодными затратами или полные капитальные вложения на формирование адаптивно-ландшафтной системы. В этом случае меняется содержание затрат, которые учитывают либо ежегодные расходы на выполняемые мероприятия, либо полные капитальные затраты по внедрению ландшафтной системы. По этой же формуле можно оценить эффективность отдельных мероприятий (лесомелиорации, размещения культур, внедрения

почвозащитных систем обработки почв и других средозащитных мероприятий).

Экологическая сущность эффективности связана с необходимостью охраны природы, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов (земли) и проявляется во влиянии процесса сельскохозяйственного производства на окружающую природную среду и изменение этого влияния под воздействием используемых агротехнологий и природоохранных мероприятий.

Каждому антропогенному воздействию или их совокупности соответствует свой предел устойчивости природных и природно-антропогенных ландшафтов, разделяющий допустимые и недопустимые изменения. Известно, чем разнообразнее антропогенный ландшафт, тем он более устойчив, и наоборот. Экологическая эффективность характеризует экологическое состояние агросистемы или ее элементов, в первую очередь, уровень производительных свойств земли.

В свою очередь экологическое состояние земли связано с ее экономическими характеристиками, поэтому повышение экологической эффективности можно рассматривать как улучшение качества земли, позволяющее получать дополнительную продукцию и повышать экономические показатели сельскохозяйственного производства в целом за счет предотвращения ущерба природной среде. Ущерб природной среде сначала измеряется величиной ухудшения натуральных показателей, которым дается последующая экономическая оценка.

Экологическое состояние земли характеризуется такими натуральными показателями как:

- степень расчлененности территории (овраги в км/км²);
- удельный вес площади дефлированных почв в составе сельскохозяйственных угодий (%);
- удельный вес площади смытых почв в составе сельскохозяйственных угодий (%);

- вес потерянного объема почвы, питательных веществ (кг/га, т/га) и т.д.

Оценка экологического воздействия сельского хозяйства на состояние природной среды (земельных ресурсов) при внедрении адаптивно-ландшафтных систем земледелия осуществляется с позиции минимизации экологического ущерба.

В результате изменения качества земельных ресурсов и состояния окружающей среды происходит изменение продуктивности сельскохозяйственных угодий в применяемой системе земледелия, что влечет за собой изменение объемов производства сельскохозяйственной продукции и ее качества. Поэтому экономическая оценка экологического состояния агроландшафта выражается стоимостью недополученной продукции, потерянного объема почвы, питательных веществ в ней и других потерь, а также изменением качества производимой продукции.

Отсюда следует, что для определения экономической эффективности адаптивно-ландшафтных систем земледелия целесообразно использовать критерий сравнительной эколого-экономической эффективности предлагаемого решения относительно существующего состояния.

Эколого-экономическая эффективность по определению ряда авторов определяется как экономическая результативность комплекса мероприятий, проводимых в целях оптимизации структуры агроэкосистемы, улучшения качества земельных угодий и повышения продуктивности растительных ресурсов. При этом в ней отражается результативность экологических затрат (окупаемость затрат на природоохранные цели), направленных на повышение плодородия почв и биологического потенциала возделываемых культур. Следовательно, эколого-экономическая эффективность отражает эффективность издержек по ведению земледелия, связанных с воздействием на земельные и растительные ресурсы с целью улучшения их экологического состояния, то есть с эффективностью экологических затрат.

Эколого-экономическую эффективность адаптивно-ландшафтных систем земледелия характеризуют следующие показатели:

- полные экологические затраты по ведению системы земледелия;
- дополнительные объемы продукции, полученные при проведении комплекса экологически направленных мероприятий;
- дополнительный чистый доход системы земледелия;
- предотвращенный экологический ущерб природной среды;
- прирост стоимости земельных угодий в результате повышения их экологического качества, плодородия почв.

Величину эколого-экономической эффективности можно определить по размеру установленного предотвращенного экологического ущерба и размеру полученного (предполагаемого) экологического эффекта.

Экологический ущерб, наносимый плодородию почв, характеризуется натуральными и стоимостными показателями.

В настоящее время имеющаяся информационная база, формируемая по результатам мониторинга окружающей природной среды, пока не позволяет установить полный эколого-экономический ущерб, наносимый природной среде при ведении земледелия. Поэтому целесообразно определять ущерб по стоимости недополученной продукции, потерянного объема почвы, питательных веществ, гумуса по приведенным затратам на устранение или снижение ущерба, а также с учетом экономической оценки земель, других природных ресурсов.

Экологический эффект создается при проведении мероприятий по воспроизводству плодородия почв, связанных с определенными затратами. Эти затраты (экологические издержки) окупаются дополнительной продукцией, полученной за счет повышения биопродуктивности земельных угодий. Такие экологические издержки наиболее производительны, т.к. связаны с улучшением качества и производительности основного средства производства - земельных угодий.

В целом, эколого-экономическую эффективность необходимо рассматривать как совокупную результативность процесса производства сельскохозяйственной продукции с учетом экологического влияния сельского хозяйства на окружающую среду и прежде всего на агроэкологическое состояние земельных ресурсов.

На экологическое состояние природных ресурсов (земли) и в целом окружающей природной среды влияют следующие факторы, определяющие эколого-экономическую эффективность внедряемых адаптивно-ландшафтных систем земледелия:

- оптимальность структуры агроландшафта, сельскохозяйственных угодий, посевных площадей;
- соотношение в севооборотах культур с различным их влиянием на почвы и агроландшафты;
- выполнение комплекса почвозащитных мероприятий (противоэрозионных, лесомелиоративных, гидротехнических и др.);
- уровень компенсации выноса питательных веществ в условиях применяемых агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур;
- технологический уровень производства продукции с учетом плодородия почв, их фитосанитарного, мелиоративного состояния;
- использование орошаемых земель с учетом баланса водных ресурсов и т.д.

Основываясь на обобщении результатов научных исследований по проблеме природопользования в земледелии и целом ряде разработанных ранее методических рекомендаций, можно выделить следующие основные показатели оценки эколого-экономической эффективности адаптивно-ландшафтных систем земледелия:

- Затраты на проведения комплекса экологически направленных мероприятий в адаптивно-ландшафтной системе земледелия;

- Повышение ценности земельных угодий в результате улучшения их экологического качества, плодородия почв;
- Дополнительные объемы продукции, полученные при проведении экологически направленных мероприятий;
- Дополнительный чистый доход от внедрения экологически направленных мероприятий;
- Экономическая эффективность экологических затрат;
- Предотвращенный экологический ущерб в стоимостной форме.

Методики расчета этих показателей представлены, в частности, в методическом руководстве (Агроэкологическая оценка земель, проектирование..... 2005). В целом же проблема эколого-экономической эффективности АЛСЗ требует дополнительной углубленной разработки.

4.9. Ведение электронной книги истории полей

Ведение книги истории полей в советский период было обязательным для каждого сельскохозяйственного предприятия в соответствии с Постановлением Совета Министров РСФСР от 6.05.1961 г. № 511 «О ведении в колхозах и совхозах шнуровой книги истории полей севооборотов и агротехнического паспорта полей севооборотов». Несмотря на постановление в большинстве хозяйств она и в советские годы велась формально, а в годы реформ на фоне разрушенной инфраструктуры и отсутствия севооборотов стала редкостью.

С повышением интенсификации и наукоемкости агротехнологий значение книги истории полей расширяется и углубляется. Создание проекта адаптивно-ландшафтного земледелия завершается разработкой электронной книги истории полей, которая содержит природно-ресурсный (агроэкологический), фенологический и технологический блоки.

Природно-ресурсный, или агроэкологический блок формируется на основе ГИС агроэкологической оценки земель. Для каждого поля из соответствующих тематических карт выбирают основные агроэкологические харак-

теристики, определяющие потенциал продуктивности и лимитирующие ее факторы. Показывают потенциальную среднеклиматически обусловленную урожайность полевых культур, принятых в севообороте при экстенсивных, нормальных и интенсивных агротехнологиях (на основе обобщения многолетних данных научных и опытных учреждений, Госсортосети, практического опыта). Указывают наличие очагов деградации или риски ее проявления, определяют природоохранные мероприятия.

В фенологическом блоке (фитосанитарный и агрометеорологический мониторинг) отражают распространение сорняков, болезней, вредителей, степень поражения ими посевов, проявление стрессов, последствий опасных метеорологических явлений (засух, заморозков, града и пр.).

В технологическом блоке отражают планируемую на данный сезон структуру посевных площадей, размещение культур и сортов по полям севооборотов; технологические карты возделывания культур по всем трем уровням интенсификации и фактическое воспроизведение агротехнологий в сравнении с запланированными (план/фактный анализ в разрезе каждого поля) по следующим показателям: составу и срокам выполнения работ (календарным и по фенофазам развития культур), нормам высева семян, сортам и качеству посевного материала, дозам внесения удобрений и пестицидов, качеству выполнения работ (оценкам по 10-ти балльной шкале и примечаниям агронома). В случае наличия значительных план-фактных отклонений по каждой выполненной технологической операции можно отследить, кем она выполнялась и какими агрегатами. Данные по факту выполнения работ вносятся в программу как вручную с учетного листа механизатора, так и автоматизировано от навигационной подсистемы со средствами GPS/GPRS мониторинга техники через сервер по сети Internet. Все записи по планируемым и выполненным работам подписывают их авторы.

В этом же блоке показывают урожайность культур, качество продукции, использование побочной продукции.

Ведение книги истории полей по этим позициям позволяет анализировать результаты производственной деятельности, сравнивать с заданиями проекта, выявлять и предотвращать ошибки, корректировать агротехнологии в соответствии с изменяющимися условиями, контролировать проведение природоохранных мероприятий.

При наличии связи книги истории полей с географической информационной системой результаты хозяйственной деятельности могут быть визуализированы на карте для анализа и контроля, что особенно важно для крупных компаний, руководство которых озабочено контролем за деятельностью составляющих их предприятий и организует для этого службы безопасности на предприятиях.

Электронная книга истории полей может использоваться для печати отчетов для руководства компаний, инвесторов, государственных органов, подготовки документов для обоснования субсидий и дотаций, вопросов страхования и кредитования.

Функции электронной книги истории полей по-разному реализованы в сложившемся программном обеспечении земледелия. На Российском рынке оно представлено как зарубежными программами "AGRO-Net NG", "AGRO-Map PF" (CLAAS Agrosystems), "Agrar Office" (LAND-DATA Eurosoft), "EZ-Office", "Farm Works" (Trimble Navigation Limited), "Apex Farm Management", "AGRIS" (John Deere), , так и российскими разработками – "Панорама-АГРО", "Панорама-ЗЕМЛЕДЕЛИЕ" (КБ Панорама), продукты на платформе 1С – "Свободное планирование в сельском хозяйстве" (АдептИС), "Агрокомплекс" (АдептИС), "АгроХолдинг" (ЦПС), 1С Бухгалтерия сельскохозяйственного предприятия (АгроСофт), 1С Управление сельскохозяйственным предприятием (Черноземье Интеко) и др.

Все производители программного обеспечения для мониторинга стараются насыщать свои программы функциями по мониторингу техники работающей на полях в реальном времени и возможностью записи траекторий,

что существенно упрощает учет рабочего времени, отслеживание расхода ГСМ и контроль качества проведенных работ.

Программное обеспечение западных производителей, которое начало разрабатываться на несколько лет раньше российского также имеет развитый модуль ГИС, природно-ресурсный, технологический и фенологический блоки, кадастровый блок и поддержку работы с бортовыми компьютерами установленными на тракторах для дифференцированного внесения удобрений, картирования урожайности, обмена данными с версиями установленными на КПК для работы агронома в поле.

Пользователями программного обеспечения в хозяйствах являются руководители и специалисты управляющих компаний, агрономической службы, планово-экономического отдела, инженерной службы, учетчики и работники бухгалтерии и юридической службы. Единого продукта для работы всех этих пользователей в России нет. Это связано с молодостью и ограниченностью рынка в этом специализированном сегменте программного обеспечения по сравнению с программами для массового пользования, которые постоянно совершенствуются благодаря большому количеству пользователей. Кроме того, разнообразие организационной структуры агропредприятий от фермерских хозяйств до агрохолдингов обуславливает требования упрощения в первом случае и усложнения обработки и согласования данных во втором случае. Пока что задачи, которые ставятся крупными агрофирмами и агрохолдингами можно решать только путем интеграции нескольких продуктов. Для ведения бухгалтерии пригодны продукты семейства 1С. Рабочие места директора, агрономов и экономистов сейчас уже довольно хорошо реализованы в программе «Панораме-АГРО».

Данная программа позволяет решать следующие задачи:

- работа с электронными картами;
- ведение справочников и классификаторов;
- ведение паспортов полей с привязкой к году урожая и выгрузка их в электронную таблицу «Microsoft® Excel» для печати;

- тематическое картографирование полей (создание агрохимических карт, карт урожайности и пр.)
- планирование посевных площадей с графическим отображением культур
- планирование агротехнологий с привязкой к конкретному полю (на сезон);
- планирование выполнения механизированных работ (на день);
- учет выполнения механизированных работ (за день) на основе: навигационных данных, данных от автопилотов, ручной ввод;
- автоматическое разнесение сведений о выполненных механизированных работах по полям для последующего сравнительного анализа;
- сравнительный анализ плана и факта технологических операций;
- формирование отчетов о состоянии полей и выполнении агротехнологий.
- ведение списка подвижных объектов мониторинга;
- настройка состава датчиков подвижных объектов мониторинга;
- ведение списка маршрутов следования подвижных объектов;
- ведение списка геозон для отслеживания и контроля подвижных объектов;
- обработка навигационных данных о подвижных объектах мониторинга;
- прием и обработка данных от объектов мониторинга на внешнем носителе;
- фиксация и визуализация событий с подвижными объектами;
- визуализация перемещений подвижных объектов;
- контроль показателей мониторинга в режиме реального времени;
- автоматическое переключение между картами разных масштабов в процессе отображения перемещений подвижных объектов;
- автоматический расчет показателей мониторинга;
- формирование отчета по статистике перемещений подвижных объектов;
- построение и анализ графиков подвижных объектов.

4.10. Опыт проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия

Исследования по разработке методики проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия на кафедре почвоведения Московской сельскохозяйственной академии началось в 1992 году. Первым экспериментальным проектом, разработанным по нашей методике в 1996 году, был **проект адаптивно-ландшафтного земледелия учебного хозяйства МСХА имени К.А.Тимирязева «Михайловское»** на общей площади 7748 га (площадь пашни 5137 га). Проект был выполнен на основе материалов почвенно-ландшафтного картографирования, методика которого совершенствовалась в процессе этой работы. В ней приняли участие, помимо автора, В.Н. Пинигина и Н.Г. Савастру. Материалы картографирования были представлены в виде почвенно-ландшафтной карты масштаба 1:10000, отражавшей структуру почвенного покрова, геоморфологические, литологические, гидрогеологические условия. На ее основе была разработана карта агроэкологических групп и видов земель. Всего было выделено 666 элементарных ареалов агроландшафта, по каждому из которых была представлена агроэкологическая характеристика в форме таблиц. ЭАА (виды земель) были объединены в агроэкологические типы земель по условиям возделывания сельскохозяйственных культур, которые были сгруппированы по категориям пригодности их для различного использования. (табл. 56).

56. Агроэкологическая характеристика землепригодности территории учхоза «Михайловское»

Агроэкологические группы земель	Агроэкологические виды земель	Категория	Возможность использования
1. Зональные	1. Дерново-подзолистые среднесуглинистые окультуренные с наличием слабосмытых (до 20 %) и слабооглеватых (до 10 %) на волнистой равнине с уклонами 1...2° и $K_p = 0,3...0,7$	I	Пригодны для возделывания наиболее требовательных полевых культур (корнеплоды, кукуруза, озимая пшеница и др.) без особых ограничений
2. Эрозионные 2.1. Слабоэрози	2.. Пятнистости дерново-подзолистых и дерново-подзолистых слабосмытых	II-1	Предпочтительны для возделывания зерновых и зернобобовых

онно-автоморфные, ионные	20...50 % и слабogleеватых почв до 20 % на волнистой равнине с $K_p = 0,7...1,0$		культур с соблюдением простейшей противоэрозионной агротехники
2.2. Средне-эрозионно-автоморфные	3. Комплексы дерново-подзолистых, дерново-подзолистых слабо- и среднесмытых 20...50% и слабogleеватых почв до 20 % на волнисто-увалистой равнине с $K_p = 1,0...1,5$ с уклонами до 5°	II-2	Целесообразно возделывание зерновых и зернобобовых культур в травопольных севооборотах в системе противоэрозионных мероприятий. Возделывание пропашных культур исключено
2.3. Сильно-эрозионно-автоморфные	4. Комплексы дерново-подзолистых средне- и сильносмытых и дерново-подзолистых слабо-глееватых и глееватых почв 20...30% на холмисто-увалистой равнине с $K_p - 1,5...2,0$ с уклонами 5-7°	III-3	Возможно возделывание зерновых, зернобобовых культур и многолетних трав в почвозащитных севооборотах в системе контурно-мелиоративного земледелия
3. Полугидроморфно-зональные 3.1. Слабополугидроморфно-зональные	5. Комплексы дерново-подзолистых, дерново-подзолистых слабogleеватых 20...50% и слабogleеватых и глееватых до 50 %, в том числе глееватых почв до 20 % на славодренированной равнине	III-1	Используют как сенокосы. Возможно возделывание яровых зерновых, зернобобовых культур и однолетних и многолетних трав
3.2. Среднеполугидроморфно-зональные	6. Комплексы дерново-подзолистых глееватых почв 20...50 % с дерново-подзолистыми слабogleеватыми и дерново-подзолистыми на покровных отложениях пологих склонов	III-2	Можно использовать под сенокосы. Для более интенсивного освоения необходимо осушение
3.3. Сильнополугидроморфно-зональные	Комплексы дерново-подзолистых глееватых и дерново-подзолистых глеевых 10%	III-2	То же
4. Полугидроморфно-эрозионные	8. Комплексы дерново-подзолистых почв с участием дерново-подзолистых слабо- и среднесмытых 20...50 % и дерново-подзолистых слабоogleеватых и глееватых 10...20 % Комплексы дерново-подзолистых почв с участием дерново-подзолистых слабо- и среднесмытых 10...20 % и дерново-подзолистых слабоogleеватых и глееватых 20...50 %	IV-1 IV-2	Возможно использование для сенокосов и пастбищ То же
5. Полугидроморфные 5.1. Полугидроморфно-равнинные	9. Комплексы дерново-подзолистых слабogleеватых, глееватых и глеевых почв	III-1	Используют как сенокосы. Более интенсивное использование возможно при осушении
5.2. Полугидроморфные пойменные	11. Аллювиальные дерновые оподзоленные почвы в пойме реки Комплексы аллювиально-дерново-глеевых и аллювиально-дерново-	II-1 III-1	Используют под овощи после регулирования водного режима Используют под естественные сенокосы. Интенсивное исполь-

	глееватых почв		зование возможно при осушении
Гидроморфные депрессии	12. Болотные	V	Возможно использование после проведения сложных гидротехнических мелиорации

На основе этих картографических материалов и базы данных разрабатывался с участием Н.М. Колтунова (МИИЗ) проект адаптивно-ландшафтного земледелия, в котором были спроектированы севообороты и системы использования земель, дифференцированные в соответствии с выделенными их категориями. Кроме того были определены водоохранные зоны и прибрежные полосы, зоны загрязнения вокруг животноводческих комплексов, зоны загрязнения вдоль крупных автодорог, очаги деградации.

Содержание проекта в обобщенном виде изложено в учебнике С.Н. Волкова «Землеустройство», т.2 (2001).

Следующий **проект** адаптивно-ландшафтного земледелия был разработан нами в 2000 году совместно с А.Л. Ивановым, А.Г. Волощуком, К.А. Первертиным для **землепользования Владимирского НИИ сельского хозяйства**. Этой работе предшествовало создание модели адаптивно-ландшафтного земледелия Владимирского ополья, в которой помимо названных авторов, принимали участие Н.П. Сорокина, Е.В. Шеин, М.А. Мазиров, Т.А. Трифонова, Н.Г. Савастру, И.Ю. Винокуров, М.В. Буланова, Л.М. Воронова. В этом проекте сделан существенный шаг вперед в отношении процедуры агроэкологической оценки земель и проектирования, благодаря привлечению компьютерной обработки материалов. Для этого были оцифрованы картографические материалы и сформированы соответствующие базы данных (Модель адаптивно-ландшафтного земледелия..., 2004).

Новый шаг в развитии проектно-изыскательских работ был сделан с появлением в стране персональных компьютеров, благодаря чему в основу проектирования была положена ГИС агроэкологической оценки земель, а процедуру проектирования стали выполнять на электронных носителях. Такой **проект** был выполнен нами совместно с И.В. Сливой в 2002 году для

учебного хозяйства «Дружба» Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева. ГИС агроэкологической оценки земель из этого проекта опубликована в методическом руководстве (Агроэкологическая оценка земель..., 2005). С этого периода все проекты по заказам различных землевладельцев выполнялись уже не на бумажных, а на электронных носителях. Применение ГИС и GPS значительно ускорило выполнение проектно-изыскательских работ и способствовало повышению их качества.

Опыт проектирования АЛСЗ в различных зонах различается по сложности выполнения работ. Чем сложнее агроэкологическая ситуация, тем труднее выполняется проект и тем он нужнее. Наименьшей пестротой агроэкологических условий отличается черноземная зона. Тем не менее и в этой зоне часто приходится решать сложные задачи использования земель, особенно в условиях эрозионных, солонцовых, загрязненных и других ландшафтов. Проблема осложняется в условиях несовершенных земельных отношений, когда речь идет о создании сельскохозяйственного предприятий из разрозненных участков земель, приобретенных собственниками.

В качестве иллюстраций приведем примеры некоторых проектов АЛСЗ для различных условий.

Проект АЛСЗ для Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции. Землепользование этого хозяйства находится в Тарасовском районе Ростовской области. Общая площадь 4830 га, в т.ч. 4206 га пашни. Хозяйство располагается в подзоне южных черноземов на холмисто-увалистой равнине, расчлененной гидрографической сетью в относительно засушливых условиях (среднегодовая сумма осадков 386 мм).

Производственная деятельность Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции характеризуется довольно высокими показателями семеноводства, в особенности производства семян озимой пшеницы, средняя урожайность которой составляет 3,5 т/га. Однако достигнутые производственные показатели находятся в противоречии с экологической обстановкой, складывающейся на большей части территории землепользования

вследствие проявления эрозионных процессов. Развитию водной эрозии способствует значительная расчлененность территории. На узких плато водоразделов и их выпуклых частях проявляется дефляция почв, особенно в паровых полях

В процессе почвенных изысканий, проводившихся ЮжНИИгипроземом в 2001 году, на территории землепользования показана неблагоприятная динамика усложнения структуры почвенного покрова. В частности, отмечено увеличение площади эродированных почв с 43 до 80% за 20-летний период со времени почвенного обследования, проведенного в 1979 году. При этом доля среднесмытых почв увеличилась с 4 до 18% от общей площади хозяйства. Большая часть изменений приходится на водную эрозию, затем совместное проявление водной и ветровой эрозии и на ветровую эрозию.

Отмечено появление засоленных лугово-черноземных и луговых почв (32 га) в долине реки Россошь, показано усиление солонцеватости черноземных почв на площади 70 га. («Технический отчет по почвенному обследованию государственной Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции Тарасовского района Ростовской области». ЮжНИИгипрозем, «Агентство оценки земли» Ростов-на-Дону, 2001).

Деградационные процессы обусловлены рядом причин, и, прежде всего, последствиями неадекватного землеустройства с расположением полей безотносительно к рельефу и структуре почвенного покрова. В составе полей часто находятся земли контрастных агроэкологических видов, в том числе в разной степени подверженных водной и ветровой эрозии. Неудовлетворительная противозерозионная организация территории дополняется непродуманным размещением полезащитных лесных полос. При шаблонном расположении их поперек господствующих ветров не учитывались условия рельефа. В результате этого вдоль лесополос, совпадающих с направлением склонов, усиливается водная эрозия в период таяния снежных сугробов, образующихся около полос, особенно неухоженных. Сложившаяся ситуация требу-

ет серьезных изменений инфраструктуры землепользования, совершенствования систем земледелия и агротехнологий.

Методика проектно-изыскательских работ заключалась в следующем. В мае 2005 г. почвенным отрядом РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева было проведено почвенно-ландшафтное картографирование территории хозяйств в масштабе 1:10000 с детальным изучением геоморфологических, литологических, гидрогеологических и почвенных условий.

На основе материалов полевых исследований, существующих картографических материалов и космических снимков была разработана ГИС агроэкологической оценки земель (И.В. Слива), включающая несколько электронных карт-слоев: мезоформ рельефа, крутизны склонов, форм склонов, микрорельефа, гранулометрического состава, гидроморфизма, структур почвенного покрова. Некоторые из них показаны на рисунках 12,13,14,15. В результате наложения этих слоев получена карта агроэкологических групп и типов земель (рис. 16). Выделено 6 агроэкологических групп земель:

1-я группа. Плакорные земли:

ЭПА и пятнистости черноземов южных на плоских и выпуклых водораздельных поверхностях;

ЭПА черноземов южных супесчаных на плоских и выпуклых водораздельных поверхностях,

пятнистости черноземов южных и луговато-черноземных почв на плоских и выпуклых водораздельных поверхностях;

пятнистости черноземов южных обычных и слабодефлированных на плоских и выпуклых водораздельных поверхностях;

ЭПА и пятнистости черноземов южных на холодных склонах 1 -3°;

пятнистости черноземов южных несмытых и слабосмытых на холодных склонах 1-3°;

пятнистости черноземов южных обычных и слабодефлированных на холодных склонах 1-3°;

пятнистости черноземов южных и луговато-черноземных почв на холодных склонах 1-3°.

2-я группа. Слабоэрозионные земли:

ЭПА и пятнистости черноземов южных на теплых склонах 1-3°;

пятнистости черноземов южных несмытых и слабосмытых на теплых склонах 1-3°;

пятнистости черноземов южных и луговато-черноземных почв на теплых склонах 1-3°;

пятнистости черноземов южных и луговато-черноземных почв несмытых и слабосмытых на теплых склонах 1-3°;

пятнистости черноземов южных несмытых и слабосмытых на холодных склонах 3-5°;

пятнистости черноземов южных и луговато-черноземных почв несмытых и слабосмытых на холодных склонах 1-3°.

3-я группа. Среднеэрозионные земли:

пятнистости черноземов южных слабосмытых и среднесмытых на теплых склонах 3-5°;

ЭПА черноземов южных среднесмытых на теплых склонах 3-5°;

комплексы черноземов южных сильносмытых и луговато-черноземных почв намытых на эрозионно-опасных склонах.

4-я группа. Полугидроморфные земли:

пятнистости луговато-черноземных и лугово-черноземных почв на плоских водораздельных поверхностях и холодных склонах 1-3°;

ЭПА и пятнистости лугово-черноземных почв на плоских водораздельных поверхностях и холодных склонах 1-3°;

ЭПА черноземно-луговых почв на надпойменной террасе.

5-я группа. Полугидроморфно-эрозионные земли:

пятнистости луговато-черноземных и лугово-черноземных почв на эрозионно-опасных склонах;

комплексы лугово-черноземных и черноземно-луговых почв на эрозивно-опасных склонах.

6-я группа. Овражно-балочные земли.

На основе ГИС агроэкологической оценки земель спроектирован оптимальный вариант использования земель.

Наилучшее решение задачи использования земельных ресурсов хозяйства и построения адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (второй этап) достигается на основе проектирования полей севооборотов в пределах агроэкологических групп земель и по возможности в пределах агроэкологических типов. Эта задача выполнена на основе разработки агроэкологических карт сельскохозяйственных культур, то есть карт пригодности земель для их возделывания, примеры которых представлены на рис 17, 18, 19, 20. Сопоставление их позволяет выявить группы культур с близкими требованиями по условиям возделывания путем взаимного наложения агроэкологических карт-слоев. При совпадении контуров одних категорий пригодности для разных культур выделяются агроэкологические типы земель, в пределах которых размещаются соответствующие севообороты.

Вначале решалась задача размещения севооборотов с наиболее требовательными культурами, озимой пшеницей, подсолнечником, кукурузой на землях первой категории пригодных для высоких агротехнологий, если позволяет их площадь. Если она недостаточна, в севооборотный массив вовлекали участки земель второй категории, пригодные для этих культур с умеренными ограничениями (микрорельеф, умеренные по контрастности и сложности микрокомбинации почв и др.). Проблема пространственной дифференциации агротехнологий, решалась выделением производственных участков в пределах севооборотных полей. Эти участки включали контуры солонцовых, переуплотненных, слабоэрозионных и других ЭАА, для которых проектировались локальные мелиоративные, противоэрозионные и другие мероприятия. В зависимости от мелиоративного состояния полей и производственных участков выбирали уровень интенсификации агротехнологий.

Исчерпав возможности размещения наиболее прихотливых культур, проектировали севооборотные массивы для менее требовательных культур соответственно на менее благополучных землях.

В отличие от массивов плакорных земель, эрозионные земли характеризуются большой неоднородностью, что сильно осложняет проектирование полей севооборотов. Соответственно уменьшаются размеры полей, увеличивается количество производственных участков, сокращается набор культур, возрастает разнообразие технологий их возделывания по агроэкологическим условиям при ограниченных возможностях интенсификации.

С учетом сказанного в пределах землевладений Донецкой СХОС спроектированы 7-польный зерно-паропропашной севооборот на плакорных землях, 7-польный зерно-паровой севооборот на слабоэрозионных землях, 4-польный зерно-травяной севооборот на среднеэрозионных землях (рис. 21).

Существующие виды земель (полугидроморфные, сильноэрозионные, солонцовые и др.) входят в некоторые поля севооборотов в составе производственных участков или выведены из активного сельскохозяйственного оборота. Как видно из рис. 21, картина размещения полей и производственных участков существенно изменилась по сравнению с исходной картиной севооборотов (рис.1).

В спроектированном пакете агротехнологий особое внимание уделено дифференциации систем обработки почвы. На плакорных землях в зависимости от уровня интенсификации с учетом агроэкологических требований сельскохозяйственных культур рекомендованы комбинированные и мелкие обработки почвы.

Для дефлированных черноземов, расположенных на узких плато водоразделов, переход на почвозащитные обработки с сохранением на поверхности пожнивных остатков и измельченной соломы рассматривался как обязательное условие использования их в полевых севооборотах. Длительное применение вспашки привело к заметной деградации данных почв. Это первоочередной объект минимизации почвообработки вплоть до нулевой. Основ-

ные орудия для обработки этих почв -культиваторы плоскорезы типа КПШ-9, культиваторы паровые типа КПЭ-3,8, сеялки СЗС-2,1. Боронование производится игольчатыми боронами типа БМШ-15.

Значительная часть пахотных земель хозяйства находится на склоновых землях и в разной степени подвержена смыву. По мере усложнения ландшафтов усиливается значение обработок почвы с сохранением на поверхности пожнивных остатков и измельченной соломы, особенно на средне-смывтых черноземах, не говоря уже о сильносмывтых, которые рекомендовано залужать. Важно однако подчеркнуть, на склоновых землях замена рыхления мелкой плоскорезной обработкой приводит к усилению поверхностного стока. При этом эрозия может не возникать благодаря защищенности поверхности растительной мульчей, но потеря влаги сказывается на снижении урожайности. Глубина обработки выбирается так, чтобы обеспечить оптимальную водопроницаемость почвы и сокращение поверхностного стока. Лучшие орудия для этой цели - рыхляще-подрезающие стойки СибИМЭ. Перспективно использование глубокорыхлителей АЧУ-2,8 и Kos-4,1S. При пересыхании почвы более эффективны рыхлители Параплау. Менее желательно применение плоскорезов-глубокорыхлителей типа КППГ-250, особенно на крутых склонах. Плоскореzy типа КПШ-9 для основной обработки почвы здесь неприменимы из-за усиления поверхностного стока.

На среднеэрозионных землях введение почвозащитных обработок с использованием всей соломы рассматривалось как необходимость, обусловленная экологическим императивом. Там, где безотвальная обработка не применяется по каким-то причинам, эрозионная опасность должна предотвращаться другими почвозащитными приемами (полосное размещение культур и др.).

На слабосмывтых почвах эффективны как в экономическом, так и экологическом отношении комбинированные системы обработки почвы с преобладанием безотвальных. Весьма гибкой (с комбинациями мелких и глубоких безотвальных обработок) предусмотрена система обработки почвы на

землях с совместным проявлением водной и ветровой эрозии. Дифференциация глубины обработки осуществляется с учетом гранулометрического состава почв, который подвержен значительному варьированию, особенно в пределах эрозионных ландшафтов. На солонцеватых черноземах и на комплексах черноземов с солонцами для основной обработки почвы обосновано применение рыхляще-подрезающих стоек СибИМЭ на глубину от 25 до 35 см.

Лугово-черноземные почвы и особенно черноземно-луговые почвы пониженных территорий реагируют на минимизацию почвообработки более выраженным ухудшением фитосанитарной ситуации, повышением засоренности и развитием болезней. Для них рекомендована комбинированная отвально-безотвальная обработка почвы.

Рассмотренное оптимальное проектное решение осложняется необходимостью реконструкции системы существующих полевых защитных лесных полос с частичным удалением их на участках, совпадающих с направлением склонов. В связи с организационно-хозяйственными трудностями решение данной задачи и ограниченностью производственных ресурсов разработан промежуточный этап ее проектного решения. На этом этапе предлагается по возможности оптимизировать использование земель в основном в рамках существующей конфигурации полей севооборотов, закрепленной лесными полосами.

Поскольку хозяйственная деятельность не вполне соответствует агроэкологическим условиям хозяйства, предложена существенная ее перестройка в отношении специализации производства (рекомендовано семеноводство и мясомолочное скотоводство).

В соответствии с первым этапом в пределах севооборотных полей выделены производственные участки, охватывающие агроэкологические типы земель, которые пригодны для возделывания каждой культуры севооборота, но при различных уровнях интенсификации и соответственно разных агротехнологиях. На этих участках, в зависимости от их агроэкологических ха-

рактик, спроектированы противоэрозионные, мелиоративные и другие мероприятия, приближающие условия возделывания культур к фоновым агроэкологическим типам. Для интенсивных агротехнологий в пределах полей севооборотов выделены производственные участки с достаточно высокой агроэкологической однородностью. Выделенные сильноконтрастные типы земель отведены под постоянное залужение.

Учитывая высокую насыщенность севооборотов зерновыми и пропашными культурами, необходимо применять органические удобрения и оставлять всю солому в измельченном виде. В противном случае происходит «выпахивание» почвы - ухудшение ее структурного состояния и фитосанитарных условий вследствие уменьшения содержания лабильного органического вещества. Именно легкоразлагаемое органическое вещество растительных остатков и навоза способствует образованию агрономически ценной структуры почвы и служит энергетическим материалом для жизнедеятельности полезных микроорганизмов, разлагающих пестицидные остатки, природные токсины и подавляющие развитие вредных организмов и в целом почвоутомление. Поступление в почву органического вещества должно увеличиваться с повышением уровня интенсификации агротехнологий. Если внесение навоза в севообороте составляет в среднем менее 10 т/га в год под пропашные культуры, целесообразно введение пожнивных культур, сидерального пара. Если же это условие не выполняется, то указанный севооборот трансформируется в травопольный. При этом следует отдать предпочтение люцерне с использованием в течение 3 лет, включая год посева. Наряду с улучшением режима органического вещества ее стержневая корневая система будет способствовать улучшению физических свойств подпахотных горизонтов.

Проект АЛЗ и агротехнологий для сельскохозяйственного предприятия (СХП) «Екатериновское» ЗАО «Русский гектар» Саратовской области. Данный проект представляет интерес как пример проектно-технологического обеспечения сельского хозяйства при новых земельных отношениях, характеризующихся свободным оборотом земли в условиях не-

регулируемого рынка. Основными субъектами рынка являются крупные компании, скупающие участки земель различного размера (от 100 га до 10 тыс га) в разных концах в данном случае Саратовской области. В результате возникает проблема создания сельскохозяйственных предприятий путем интеграции данных земель там, где это возможно. Компания «Русский гектар» при нашей консультации организовала 6 таких предприятий, в том числе «Екатериновское» в Екатериновском районе Саратовской области. Проект первичного землеустройства и адаптивно-ландшафтного земледелия для этого предприятия, заказанный компанией в 2008 году, выполнен творческим коллективом в составе: И.В. Слива, Ю.П. Жуков, С.В. Кирюшин, Н.Г. Власенко, А.В. Трубников, Е.С. Масалова под руководством В.И. Кирюшина.

Землевладение предприятия формировали на базе земельных участков, закупленных компанией в 2007-2008 годах. Большая часть этих участков составила основной массив площадью 8 500 га с некоторой чересполосицей с крестьянскими хозяйствами и массив 780 га на расстоянии 15 км от основного. Сельскохозяйственная инфраструктура интегрированной территории была представлена бывшими землепользованиями четырех колхозов и нескольких фермерских хозяйств. Производственная деятельность этих предприятий в советский период характеризовалась весьма низкими показателями, характерными для центральной правобережной микрзоны Саратовской области. Средняя урожайность зерновых за 1976-1980 гг. и 1981-1985 гг. составила соответственно 12,4 и 10,8 ц/га, что в 3 раза ниже среднеклиматически обеспеченной.

Последующие годы реформ ожидавшихся изменений не принесли. В результате длительного экстенсивного хозяйствования и бесхозяйственности последних лет территория предприятия «Екатериновское» представляла печальную картину как в социально-экономическом, так и агрономическом отношении: обрабатываемые поля были сильно засорены, в результате бессменных посевов и дефицита органического вещества произошло истощение и переуплотнение почв, ухудшение их структурного состояния; часть земель

превратилась в бурьянистые перелог и служила дополнительным источником сорняков, болезней и вредителей; разрушена производственная инфраструктура, остатки её (машинные дворы, тока, склады и др.) принадлежали разным собственникам и находились в полуразрушенном состоянии; утрачено животноводство, разрушены животноводческие помещения; резко сократилось и люмпенизировалось сельское население.

Следует, однако, подчеркнуть, что при всех этих последствиях природно-ресурсный потенциал территории остается довольно высоким, учитывая богатство почв и относительно благоприятные климатические условия.

По условиям заказчика производственная деятельность предприятия должна быть ориентирована на производство зерна и масличных культур. Развитие животноводства в ближайшей перспективе не планируется. В предлагаемых обстоятельствах формирование системы земледелия сопряжено с определенными трудностями, поскольку отсутствие кормовых культур в севооборотах лишает зерновые культуры лучших предшественников, исключается возможность применения навоза в качестве лучшего органического удобрения, осложняется использование отходов зернового хозяйства, не используются с должной эффективностью часть земель, которые следовало бы ориентировать на пастбищно-сенокосное использование, осложняется защита склоновых земель от эрозии в связи с ограниченным использованием многолетних трав. Одностороннее использование земель с исключением животноводства и, соответственно, кормового клина находится в противоречии с требованиями системного подхода к оптимизации агроландшафтов, в частности биоразнообразия и поляризации (контрастного размещения угодий и производственных участков), сдерживающей эрозионные потоки и деградационные процессы.

При всех отмеченных обстоятельствах зерновая специализация предприятия «Екатериновское» может быть реализована с достаточно высоким эколого-экономическим эффектом, учитывая сравнительно благоприятные агроэкологические условия: относительно спокойный рельеф, богатые поч-

вы, относительно благоприятный климат, отсутствие значительных очагов деградации. Это может быть достигнуто при максимально дифференцированном использовании земельных ресурсов хозяйства.

Тем не менее, часть земель, подверженных эрозии, в особенности очаги деградации, должны быть законсервированы или использоваться в севооборотах с многолетними травами. Эта позиция была сформулирована авторами проекта как экологически безусловная. Заказчиком было принято это условие и предусмотрена продажа сена местному населению.

Разработке проекта предшествовало изучение и обобщение обширного материала почвенных, агрономических, экологических и других исследований, прямо или косвенно относящихся к объекту проектирования, данные Госсортосети, материалы Гипрозема и агрохимслужбы, рекомендации научных учреждений.

Проект ориентирован на постепенное освоение интенсивных агротехнологий в соответствии с установкой инвестора (А.А. Мечетин) на современное наукоемкое производство. Для этого созданы исходные материально-технические предпосылки, в частности оптимальная обеспеченность хозяйства современными тракторами (New Holland T8040, Case STX 385 и др.), посевными комплексами для прямого посева (Horsh ATD-11,35; DMC-602) и для посева по минимальной обработке с оставлением на поверхности пожнивных остатков (Flexy Coil CT-82085), культиваторами (Horsh FG 12.30) комбайнами (New Holland CS 6080) и другими высокоэффективными техническими средствами, соответствующими экологическим требованиям.

Почвенно-ландшафтное картографирование землевладения проводилось на топографической основе масштаба 1:10 000 с использованием космических снимков высокого разрешения. Материалы картографирования представлены в виде ГИС агроэкологической оценки земель, которая включает следующие электронные карты: форм и элементов рельефа (рис. 22), крутизны склонов (рис. 23), экспозиций склонов (рис. 24), форм склонов (рис. 25), структур почвенного покрова (рис. 26), гранулометрического состава почв

(рис. 27), солонцовых почв (рис. 30), каменистости почв (рис. 29), плотности почв (рис. 28). Путем взаимного наложения этих карт-слоев получена интегральная карта агроэкологических видов земель (рис. 31). Выделено три основных агроэкологических группы земель: плакорные, эрозионные и полугидроморфные с сопутствующими видами.

Плакорные земли представлены черноземами обыкновенными и их пятнистостями на слабоволнистых и выпуклых водоразделах, слабо расчлененных ложбинной сетью. Большая часть их развивается на лессовидных суглинках и глинах, меньшая часть на делювиальных и тяжелосуглинистых и глинистых отложениях более древнего возраста, характеризующихся повышенным уплотнением (дериваты третичных отложений). Последние выделяются в особую агроэкологическую подгруппу уплотненных почв. В качестве сопутствующих видов среди плакорных земель небольшую долю занимают черноземы солонцеватые (чаще всего остаточно-солонцеватые), черноземы щебнистые, ташеты черноземов на элювии опок (зонально-литогенные).

Эрозионные земли представлены в основном пятнистостями черноземов обыкновенных с черноземами слабосмытыми, реже среднесмытыми (комплексы) на теплых склонах крутизной 1-3° и холодных 2-3°, выпуклых и гофрированных, в меньшей степени на склонах 3-5°. Среди них встречаются виды переуплотненных, остаточно-солонцеватых, щебнистых, эрозионно-литогенных.

Полугидроморфные земли представлены лугово-черноземными и черноземно-луговыми почвами низких речных террас. Сопутствующие виды-комбинации солонцеватых почв, солонцовые комплексы.

Гранулометрический состав почв во всех группах изменяется от легкосуглинистого до глинистого.

На основе опытных и производственных данных дана оценка потенциальной урожайности полевых культур при различных условиях интенсификации агротехнологий. В табл. 57 представлены данные для наиболее благополучных черноземов тяжелосуглинистых среднемощных.

57. Урожайность сельскохозяйственных культур на плакорных землях при различных агротехнологиях, ц/га

Культуры	Агротехнологии			
	Экстенсивная	Нормальная	Интенсивная	Высокая
Озимая пшеница по чистому пару	25-30	37-42	45-50	50-55
Озимая пшеница по занятому пару	20-25	32-37	40-45	45-50
Озимая рожь по чистому пару	22-27	35-40	39-44	44-49
Озимая рожь по занятому пару	19-21	30-34	35-40	42-46
Ячмень	17-22	24-29	34-36	44-48
Яровая пшеница	14-19	20-24	32-34	39-44
Овес	17-23	27-32	35-40	40-45
Горох	17-21	20-25	27-32	32-34
Гречиха	7-9	13-15	17-19	21-24
Подсолнечник	11-13	16-19	21-24	29-29
Кукуруза на зерно	20-22	35-40	45-50	60-70
Просо	13-15	22-25	28-32	35-37
Сахарная свекла	140-160	250-300	350-400	420-480
Многолетние травы на сено	20-30	50-60	-	-

Далее были разработаны карты пригодности земель хозяйства для возделывания основных культур, примеры которых показаны на рис. 32-35. Для этой цели сравнивали биологические требования наиболее перспективных сортов с банком данных агроэкологических условий по контурам карты агроэкологических видов земель.

Путем взаимного наложения этих карт определены общие ареалы возделывания определенных культур и разработана полевая инфраструктура (рис.35). Она включает **полевые севообороты**, разработанные для плакорных, уплотненных, слабоэрозионных и полугидроморфных земель.

Севооборот №1 на плакорных землях, 2 515,5 га

1. Чистый пар
2. Озимая пшеница
3. Кукуруза на зерно)
4. Яровая пшеница
5. Горох
6. Озимая пшеница
7. Ячмень
8. Подсолнечник

Севооборот №2 на полугидроморфных почвах, 1 794,4 га

1. Горох
2. Озимая пшеница (тритикале)
3. Гречиха
4. Горох
5. Озимая пшеница
6. Овес

***Севооборот №3 на уплотненных почвах,
1 715,4 га***

1. Пар сидеральный (донник)
2. Озимая пшеница
3. Гречиха ½, просо ½
4. Горох
5. Озимая тритикале
6. Ячмень с подсевом донника

Севооборот №4 на слабоэрозионных землях, 1 993,1 га

1. Горох
2. Озимая пшеница
3. Гречиха ½, просо ½
4. Ячмень с подсевом эспарцета
5. Эспарцет
6. Озимая пшеница
7. Озимая тритикале
8. Подсолнечник

В пределах полей севооборотов выделены производственные участки, соответствующие выше перечисленным сопутствующим видам земель.

При проектировании севооборота на плакорных землях исходили из целесообразности возделывания наиболее требовательных культур в интенсивных агротехнологиях за исключением производственных участков с указанными выше сопутствующими видами земель, где проектировались нормальные агротехнологии. Здесь возможно выращивание довольно большого набора культур, но выбор в значительной мере определяется рыночными потребностями.

Из зерновых наиболее эффективно возделывание озимой пшеницы. Учитывая относительно благоприятные условия увлажнения, ее размещение возможно по занятому пару при условии преодоления засоренности посевов и болезней, применении пестицидов и устранения дефицита элементов питания внесением удобрений. Значение чистого пара сохраняется при неблагоприятном фитосанитарном состоянии полей, особенно повышенной засоренности многолетними сорняками при недостатке предшественников с короткой вегетацией. Помимо ремонтного, чистый пар имеет страховочное значение в сильно засушливые годы, когда посев озимых (в сухую почву) исключается. В данном проекте чистый пар предусмотрен на период освоения севооборота, учитывая неблагоприятное фитосанитарное состояние полей. Весьма эффективной парозанимающей культурой является горох, обеспечивающий в лесостепной зоне довольно высокую урожайность. Поскольку в данном хозяйстве, не имеющем животноводства, кормовые культуры в ближайшие годы не будут возделываться, единственным парозанимающим

предшественником озимой пшеницы будет горох. Соответственно, доля озимой пшеницы, высеваемой по пару и по гороху, будут зависеть от совершенствования технологий возделывания гороха, ранней его уборки и от уровня интенсификации и культуры земледелия. Во всяком случае, на ближайшие годы чистый пар на плакорных землях составит 12%. По урожайности зерна озимую пшеницу заметно превосходит озимая тритикале по тем же предшественникам. Доля этой культуры в структуре посевных площадей будет зависеть от рынков сбыта, в особенности от таких заказчиков продукции, как спиртовые заводы, птицефабрики, предприятия по производству комбикормов. Целесообразность и объемы возделывания других зерновых культур – ячменя, яровой пшеницы и овса, требуют особого обоснования. Традиционная их урожайность в лесостепи Саратовской области вдвое ниже по сравнению с озимой пшеницей. Производство фуражных ячменя и овса определяется местными потребителями (продажа населению, заказы птицефабрик и др.). Объемы производства зерна ячменя при крайней ограниченности потребностей животноводства будут определяться потребностями пивоваренных комбинатов. Соответственно в севооборотах предусматривается возделывание пивоваренных сортов ячменя по специальной технологии.

Производство овса для производства крупы, детского питания и т. п. будет зависеть от заказов и рынка.

Посев яровой пшеницы экономически оправдан лишь в случае производства высококачественного зерна. Оно может быть существенно выше, чем у озимой пшеницы, особенно при использовании интенсивных агротехнологий. При этом в структуре посевов яровой пшеницы следует отдавать предпочтение её твердым сортам.

Из культур, отвечающих агроэкологическим условиям хозяйства и имеющих спрос на рынке, важное место занимают просо и гречиха. Просо хорошо использует осадки второй половины лета и по урожайности зерна нередко превосходит яровую пшеницу. В данном отношении оно является страховой культурой в годы с ранневесенними засухами, когда не удаются

урожаи озимых и ранних зерновых культур. Гречиха в данных условиях имеет весьма высокий потенциал продуктивности, но при условии достаточно полного опыления природными опылителями или пчелами при организации пасек. Поэтому размещение ее посевов предусмотрено поблизости от лесных участков.

Из технических культур высокой продуктивностью в этих условиях характеризуются сахарная свекла и подсолнечник. Возделывание сахарной свеклы наиболее эффективно в звене: чистый пар - озимая пшеница – сахарная свекла. В ближайшее время производство её не планируется в связи с отсутствием поблизости сахарных заводов. Возделывание подсолнечника значительно повышает экономическую эффективность севооборотов. При экстенсивном выращивании ухудшается фитосанитарная ситуация, вследствие накопления инфекций (серая, белая гниль и др.), поскольку они долго сохраняются в почве. По этой причине возврат подсолнечника на прежнее место планируется через 8-10 лет. В наших проектах предусмотрено его возделывание только в интенсивных агротехнологиях с использованием перспективных гибридов, удобрений, пестицидов, поэтому данный временной интервал сокращен до 6-8 лет. В перспективе планируется введение в севообороты ярового рапса.

В севообороте на **слабоэрозионных** землях чистый пар вследствие опасности развития водной и ветровой эрозии заменен занятым. Для повышения устойчивости почвы от эрозии введены многолетние травы. Из-за отсутствия животноводства многолетние травы не имеют хозяйственного применения, за исключением продажи кормов населению. В целях защиты почвы от эрозии на этих землях увеличена доля зерновых, в том числе тритикале. В севообороте на черноземах литогенных и солонцеватых, отличающихся повышенной уплотненностью, рекомендована замена чистого пара сидеральным.

В севообороте на **лугово-чернозёмных почвах** предусмотрено возделывание культур, отзывавшихся на дополнительное поверхностное и грун-

товое увлажнение. В перспективе по мере развития животноводства на землях этой группы будет практиковаться кормовой севооборот.

Данные севообороты вводятся на первом этапе организации сельскохозяйственного производства и имеют недостатки, связанные с регулированием фитосанитарного режима в связи с насыщенностью зерновыми культурами, и режима органического вещества. По мере развития животноводства они будут пополняться кормовыми культурами, в особенности многолетними травами. При этом восстановится роль навоза в регулировании режима органического вещества почв. В настоящее время издержки специализации севооборотов, связанные с недостатком благоприятных предшественников, предложено компенсировать сидерацией, использованием соломы для удобрения и мульчирования почв, введением промежуточных культур. В частности, после уборки озимых культур, ячменя в качестве пожнивных остатков рекомендовано использовать рапс, редьку, горчицу. Помимо предотвращения выпашивания почв (ухудшение структуры) эти мероприятия способствуют улучшению фитосанитарной ситуации. Поступление легкоразлагаемого органического вещества в почву служит также энергетическим материалом для жизнедеятельности полезных микроорганизмов, разлагающих пестицидные остатки, природные токсины, подавляющих развитие вредных организмов и в целом почвоутомление.

Проектирование систем обработки почвы, разработанных для каждого севооборота, и согласование его с заказчиком оказалось наиболее сложным участком работы. Руководством компании был взят курс на минимизацию почвообработки и прямой посев, для чего были приобретены перечисленные выше посевные комплексы. При всей перспективности данной установки в принципе ее реализация оказалась в противоречии с реальными хозяйственными и в определенной мере агроэкологическими условиями. Эта установка явилась следствием упомянутой ранее кампании по освоению «энергосберегающих технологий», превратившей это важное направление в шаблон. На год разработки проекта земли хозяйства пребывали в крайне не-

благополучном фитосанитарном состоянии, часть их находилась в состоянии бурьянистых перелогов и залежей, остальные были в средней и сильной степени засорены сорняками. На значительной части земель, в том числе плакорных, наблюдалось существенное уплотнение подпахотного слоя и сильно выраженный нанорельеф, исключающий применение сеялок прямого посева, тем более сеялок типа Horsh ATD-11,35 с долотообразными сошниками, не обеспечивающими копирования поверхности. Кроме того, далеко не на всех категориях земель равновесная плотность, которая устанавливается после обработки почвы, соответствует оптимальной для многих культур. Ограничены возможности минимизации почвообработки на склоновых землях, где по данным НИИСХ Юго-Востока развивается значительный поверхностный сток.

В этих условиях поспешный переход на минимальную обработку сказался на снижении урожайности зерновых культур, не говоря уже о подсолнечнике. Наибольший ущерб нанесен «благоизобретенной технологией» освоения переложных и залежных земель тяжелыми дисковыми боронами и дискаторами вплоть до «списания» погибавших посевов озимой пшеницы. Такая «технология», оказавшаяся «модной» в 2007-2008 годах, обеспечивает высокую потенциальную засоренность посевов вследствие скопления семян сорняков, заделанных на глубину их произрастания. Они прорастают впоследствии в посевах. Обработка сорняков дорогостоящим гербицидом сплошного действия дает временный эффект с неоправданными затратами. Что же касается использования раундапа на старозалежных землях, то оно, так же как и на целинных, совершенно бессмысленно, поскольку после их распашки сорняков не бывает. Бурьянистый перелог без участия пырея ползучего или небольшим его участием поддается освоению вспашкой, однако отрастающие участки пырея и других, трудно искореняемых сорняков, уничтожаются гербицидами локально. Исключение составляет пырейный перелог. Перед обработкой такого перелога целесообразна обработка всего участка раундапом. После отмирания пырея проводится разделка поверхности и

вспашка. Дальнейшее уничтожение всходов сорняков осуществляется механическими обработками, а в посевах соответствующими гербицидами.

Проектирование систем обработки почвы ориентировано на два этапа: ремонтный и перспективный. На первом этапе предусмотрено использование системы вспашки и выравнивание поверхности полей с переходом на культивацию вместо дискования и использование планировщиков, достаточно интенсивное применение гербицидных обработок. В дальнейшем на плакорных землях запланирован переход на прямой посев зерновых культур, вспашка под подсолнечник, на склоновых землях - разноглубинная обработка стойками СибИМЭ, на уплотняющихся и солонцовых почвах – чередование минимальной обработки с безотвальным рыхлением.

Системы удобрения в севооборотах разработаны в расчете на 2 уровня интенсификации: нормальный и интенсивный с учетом названных этапов. На перспективу предусмотрена выборочная мелиорация пятен солонцов в малосолонцовых комплексах с участием солонцов менее 25-30%. Применительно к названным уровням интенсификации спланированы системы защиты растений от сорняков, болезней и вредителей во всех севооборотах в соответствии с системами удобрения.

В заключительной части проекта представлены технологические системы возделывания полевых культур во всех севооборотах при трех уровнях интенсификации в расчете на среднеклиматически обеспеченную урожайность с учетом требуемого качества продукции.

Подбор сортов полевых культур с учетом ландшафтно-экологических условий произведен на основе изучения материалов Госсортосети, НИИ Юго-Востока и анализа производственного опыта.

Расчет возможной экономической эффективности производственной деятельности проведен по севооборотам при нормальных и интенсивных агротехнологиях на землях различных агроэкологических групп.

4.11. Состояние земледелия как следствие государственной аграрной политики

В большинстве стран мира сельское хозяйство рассматривается как приоритетная отрасль экономики, обеспечивающая продовольственную независимость страны. Некоторым исключением из этого правила является Россия – страна, которая, имея крупные достижения в различных сферах человеческой деятельности, содержит отсталое сельское хозяйство. Эта традиция периодически прерывалась попытками государства вывести его из этого состояния, но большинство из них не удавалось, хотя научные предпосылки для этого имелись.

В начале 20-го века мощным импульсом развитию сельского хозяйства послужила столыпинская реформа. В период правления П.А. Столыпина правительство организовало массовое переселение крестьян в восточные районы страны и создало систему их материальной поддержки. К 1911 году население азиатской части России возросло до 20 млн. человек против 10 млн. в 1897 году. На помощь крестьянам были выделены большие средства, значительная часть которых пошла на содержание агрономов и специалистов по землеустройству, на устройство прокатных и зерноочистительных пунктов. Было создано 1100 показательных хозяйств, 10200 показательных полей и около 106000 показательных участков. В целях увеличения производства новых культур организовали 5000 показательных садов, 1750 показательных огородов и 430 пасек. Особой статьей выделялись средства на проведение гидротехнических работ и огнестойкое строительство. Переселенцы на пять лет освобождались от государственных и денежных сборов, в последующее пятилетие оплачивали их в половинном размере.

Народное хозяйство страны накануне первой мировой войны вступило в полосу невиданного до той поры прогресса. Даже неурожай 1911 г. был сравнительно легко перенесен и не мог остановить поступательного развития сельского хозяйства. Шли процессы интенсификации, повышалась урожай-

ность зерновых, особенно яровых, росло значение трудоемких пропашных культур. Экономический подъем сопровождался ростом внешних связей и расширением внутреннего рынка, увеличением ввоза сельскохозяйственных машин и быстрым ростом их собственного производства.

К сожалению, столыпинская реформа была прервана первой мировой войной и революцией. В дальнейшем в результате гражданской войны и разрушительной государственной политики крестьянство оказалось на грани выживания (продразверстка, раскулачивание, коллективизация), а затем в советской социально-экономической системе. Пройдя через индустриализацию, химизацию, тотальную мелиорацию и другие кампании, «социалистическое земледелие» не только не догнало западно-европейское, но отстало от него еще больше на фоне мирового научно-технического прогресса.

Фатальное отставание сельского хозяйства России в советский период определилось целым комплексом причин, включающих отторжение крестьян от средств производства, их дискриминацию, навязывание шаблонов, уравниловку, нерациональную инвестиционную политику с диспропорцией производства и переработки сельскохозяйственной продукции, бессмысленно жесткое планирование, неэффективную организацию научного обеспечения АПК, отсутствие системы освоения достижений научно-технического прогресса, технологическую и техническую несостоятельность и др. Любой из этих причин достаточно, чтобы сделать сельскохозяйственное производство не эффективным, хотя первичными лимитирующими условиями являются экономические.

В начале Перестройки, когда уменьшилось партийно-чиновничье давление на производство, возросло внимание к нему на государственном уровне, стали пробиваться экономические методы хозяйствования (введение хозрасчета), в стране наметилось заметное оживление сельскохозяйственного производства. Началось освоение более адекватных систем земледелия, так называемых зональных. Наконец внятно зазвучало слово «технологии», которое никогда не было ключевым в отечественном земледелии в отличие от

европейского или американского. Начавшийся процесс экологизации и технологизации земледелия должен был приобрести ускорение в процессе аграрно-экономической реформы 90-х годов, учредившей свободы собственности и предпринимательства.

Однако большинство товаропроизводителей не смогли воспользоваться этими свободами вследствие отсутствия первоначального капитала, нерешенности проблем кредитования, отсутствия организованного рынка и оборота земли, неупорядоченности земельных отношений. Государство устранилось от этих проблем на волне популизма и идеологии рыночного саморегулирования экономики.

В области земельных отношений «ваучерный синдром» достиг максимального популистского выражения в виде наделения граждан земельными паями. Эта акция, надолго осложнившая проблему оборота земли, возникла из наивного представления: «отдайте крестьянам землю и они накормят страну». Возможно, это и так, но для этого надо вооружить крестьян современными агротехнологиями, техникой и другими производственными ресурсами, создать необходимую социальную и рыночную инфраструктуру, обеспечить условия для развития рыночных отношений и оборота земли. Однако запущенный маховик рыночного саморегулирования в течение почти 15 лет крутился в противоположную сторону. Правительством страны была ликвидирована землеустроительная служба и разрушены или деформированы технологические службы и служба агроэкологического мониторинга земель. По инициативе депутатов Государственной Думы был принят закон о земельном кадастре, из которого были исключены бонитировка почв и качественная оценка земель.

Государство осталось не только без каких-либо рычагов влияния на использование земельных ресурсов, но и без информации об их состоянии, что является исключительным прецедентом в мире. Еще более тяжелым последствием этой идеологии для землепользования в сельском хозяйстве явился отказ от экономической поддержки перспективных товаропроизводителей,

контроля над развитием земельных отношений, оборотом и использованием земель.

В этот период российское общество бурлило жадой преобразований, поиском национальной идеи, способной преобразовать общество. Казалось бы, что может быть важнее высокого качества жизни народа, которое достигается лишь путем технологических преобразований производственной деятельности. Именно благодаря высоким технологиям обрели новое качество передовые страны, вырвались из голода и разрухи многие развивающиеся государства с разными социально-экономическими системами. Благодаря технологическому прорыву, ставшему национальной идеей, родилось чудо японской экономики. К сожалению, во множестве предлагавшихся вариантов национальной идеи в России ничего подобного не было названо. Более того, достижения мировой технологической революции всячески игнорировались как чуждые «российской специфике», им навешивались всевозможные негативные ярлыки («вредные химические технологии» и т.п.). Им противопоставлялись абстрактные альтернативы. Новые измышления, уводящие от решения конкретных задач, стали логическим продолжением многочисленных мифов и государственных авантур от сталинского плана преобразования природы до недавнего плана переброски на юг части стока северных и сибирских рек. Малой части потраченных впустую усилий народа хватило бы на создание продовольственного благополучия в стране. Как объяснить, почему изможденные Отечественной войной голодные люди должны были создавать чудодейственные лесные полосы, перекрывать реки, повсеместно и безоговорочно внедрять травопольную систему земледелия и осуществлять всевозможные мифические затеи вместо того, чтобы накормить себя в богатейшей черноземной стране. Мифы продолжались, воспроизводя так называемую «российскую», точнее сказать советскую специфику.

Вместо возрождения лучших традиции мастеровых людей России, творческого и интеллектуального потенциала и создания демократического общества высоких технологий, что потребовало бы огромной организацион-

ной работы, реформаторы начала 90-х годов взяли курс на «фермерскую модель».

Собственника надлежало создать путем приватизации государственной собственности, а рыночная самоорганизация должна была обеспечить развитие социально-экономической и производственной сферы без какого-либо их регулирования. Расхожее выражение «Не мешайте крестьянину, дайте ему землю, и он накормит страну», трактуемое в буквальном смысле, - свидетельство крайне низкого профессионального уровня реформаторов в аграрной сфере.

Главные корни неудач реформы заключаются в противоречиях основных политических групп, боровшихся за аграрный курс страны – радикал-либералов и коммуно-консерваторов. Вследствие их идеологической конфронтации был сорван намечавшийся в стране эволюционный путь развития аграрной экономики. В начале перестройки состояние общественного сознания сельских товаропроизводителей предрасполагало к постепенному, регулируемому государством переходу к рыночной экономике. Но, как отмечает С.А.Никольский (2000), “этот средний вариант между крайностями насильственного введения либеральной модели и попытками возродить коррупционно-собесовский “социализм” брежневского толка не был реализован в аграрной политике. Он не был нужен ни одной из двух политических групп. При таком варианте, нацеленном на открытую конструктивную работу, делались невозможными ни насильственные либеральные эксперименты, ни реставрация “застоя”. Общая направленность аграрных акций, предпринятых либерал-реформаторами в конце 1991 года имела антигосударственный характер. “Вместо того, чтобы продолжить линию государственного регулирования процесса реформы с постепенным переводом хозяйствующих субъектов в режим самостоятельного функционирования, была избрана тактика одномоментного разрушения старой системы, то есть фактически - ухода государства из сферы управления аграрным комплексом. Естественно, столь резкая, никак не объясненная и не приспособленная к реалиям современной де-

ревни “реформа” могла вызвать у подавляющего большинства крестьянства только отторжение. Почувствовав это, государство не нашло ничего лучшего, как фактически объявить деревне войну, лишая ее финансового, ресурсного обеспечения, назначая непропорционально малые цены на сельскохозяйственную продукцию, не возвращая деньги за взятый продукт и т.д. Добавим к этому сильнейшую идеологическую войну, в которую с удовольствием включились многочисленные публицисты ура-демократического толка. В немалой степени их усилиями работающее в крупных коллективных хозяйствах крестьянство и их руководители оказались самой третируемой социальной группой в стране”.

Первоначально предполагалось, что раздел средств производства на имущественные пай, земельные доли и декларированное указом президента право их купли-продажи автоматически включит экономический механизм, появится хозяин на земле в облиции фермера. Небольшая часть крестьян, приобщившихся к семейному товарному хозяйству, оказалась в крайне сложном положении. Их возможности были ограничены весьма скромным первоначальным капиталом, а производственная деятельность почти парализована спекулятивным посредничеством, неразвитостью инфраструктуры рынка и т.п.. Сколько-нибудь существенное увеличение доли фермерского сектора в экономике АПК потребовало бы огромных вложений на его реконструкцию для создания новой инфраструктуры (производственных фондов, коммуникаций, жилья и т.д.). Пытаясь создать новый слой товаропроизводителей, но не участвуя в этом экономически и организационно, государство дискредитировало замысел своей концепции аграрной реформы.

Выход из тупика требовал корректировки экономического курса. Перманентные уроки его безоглядной либерализации, казалось бы, исчерпали все ожидания. Не было никаких оснований продолжать затянувшийся эксперимент монетаризма, противопоказанный в условиях переходной экономики тем более в условиях глубокого экономического кризиса. Результат этого эксперимента был предсказан еще в 1994 году в «Заявлении нобелевских ла-

уреатов». Они пытались разрушить представления российских реформаторов-монетаристов о том, что свободный рынок обеспечит переход от административно-командной системы к рыночной экономике без какого-либо государственного вмешательства. В Заявлении разъяснялось, что теория монетаризма разработанная Фридменом в 70-х годах в период стабилизации после великой депрессии, оправдана в условиях устойчивого развития рыночной экономики, когда отклонения от состояния равновесия достаточно малы. Лишь при таких условиях рынок может быть саморегулирующейся системой. Вывод экономики из состояния стагнации, по убеждению авторов Заявления возможен лишь на основе теории Кейнса, созданной как раз во время великой депрессии 30-х годов в США. Эта теория, опирающаяся на анализ платежеспособного спроса населения в сопоставлении с общей стоимостью продаваемых товаров и услуг, предусматривает сочетание свободного рынка с государственным регулированием экономики. На основе теории Кейнса ведущие экономисты мира в 1994 году дали прогноз результатов российских реформ:

- сокращение валового национального продукта;
- высокая инфляция;
- увеличение импорта конечного продукта до уровня, уничтожающего спрос на отечественные товары;
- криминализация экономики и установление всеобщего страха и запуганности;
- ухудшение положения в социальной сфере, включая государственное здравоохранение, образование и безопасность населения;
- сокращение инвестиций в экономическую инфраструктуру;
- падение уровня и рост разрыва в доходах.

Данный прогноз подтвердился уже спустя несколько лет в России. Этого более чем достаточно, чтобы не повторять, не вынашивать очередные иллюзии самопроизвольного экономического ренессанса.

Государственное регулирование аграрного сектора практикуется во всех развитых странах. Наиболее рыночной экономикой с минимальным вмешательством государства в экономику считают экономику США. На самом же деле как отмечает Б.А. Черняков (2007), «свободное фермерство США уже 74 года работает в условиях государственного регулирования». Оно, наряду с технической, технологической и организационной перестройкой, стало не только важнейшим рычагом успешного функционирования сельских товаропроизводителей, но и причиной многих серьезных перемен в их структуре и финансово-экономическом состоянии. Установленные государством «правила игры» для фермеров периодически меняются. Одни пункты их остаются обязательными на все эти годы, другие в качестве добровольной «приманки» предлагаются на какой-то период. Сельскохозяйственные законы, сменяя друг друга раз в четыре-пять, иногда в шесть-семь лет, четко определяют цели, основные направления развития сельского хозяйства США, многочисленные программы и механизмы их выполнения.

При этом основными задачами, которые решались в последние годы были следующие:

- поддержание цен на сельхозпродукцию и доходов фермеров, соответствующих текущей экономической ситуации;
- • содействие развитию мировой сельскохозяйственной торговли;
- • обеспечение достаточного количества высококачественного продовольствия на внутреннем рынке;
- • рациональное использование земельных и водных ресурсов;
- • поддержание эффективной системы кредитно-финансового обеспечения в аграрном секторе;
- • развитие сельской местности;
- • улучшение производительности и мобильности трудовых ресурсов в аграрном секторе.

В соответствии с перечисленными задачами складываются формы и соответственно программы государственного регулирования:

- внутригосударственные сельскохозяйственные программы, предназначенные для повышения или стабилизации цен и доходов фермы;
- • программы охраны природы и окружающей среды, призванные сохранить природные ресурсы и окружающее пространство;
- • внешнеторговые программы, необходимые для создания наиболее благоприятных условий торговли американской продукцией;
- программы маркетинга и расширения спроса - с целью увеличения конкурентоспособности фермеров на внешнем и внутреннем рынках;
- • программы продовольственной помощи неимущему населению, правильного питания и обеспечения безопасности потребителей;
- • кредитные программы и программы страхования сельскохозяйственных производителей;
- • научно-исследовательские и образовательные программы;
- • программы социального развития сельской местности,

Важно подчеркнуть, что эти программы ориентированы на распределение средств в основном среди высокоэффективных ферм, на использование достижений научно-технического прогресса.

В России выход из сложившегося положения потребует широких интегрированных усилий по всем аспектам функционирования АПК – политическим, экономическим, социальным, экологическим, технологическим. Выход этот будет измеряться реальными шагами на пути достижения продовольственной безопасности России. Для этого имеются необходимые материальные предпосылки в благоприятном сочетании: богатые энергетические ресурсы, без меры отчуждаемые за рубеж; ресурсы минеральных удобрений, в основном вывозимые за границу для поддержки наших зарубежных кормильцев; крупные финансовые резервы, рискованно размещенные за рубежом в виде так называемого стабилизационного фонда; лес и другое отчуждаемое за бесценок сырье, которое может быть направлено на агропромышленные цели. Эти ресурсы должны быть ориентированы в первую очередь на освоение современных агротехнологий в рамках государственной инноваци-

онно-технологической политики. Самая трудная задача – обеспечить ее всеми выше перечисленными условиями от оптимизации земельных отношений до экологических регламентов. Эта задача оказалась значительно сложнее, чем представлялось и представляется законодательной и исполнительной власти, политикам, общественности. Научное обеспечение ее крайне недостаточно, профессиональный уровень агрономических кадров всех инстанций существенно снижен.

По этим причинам большинство преобразовательных инициатив не достигает цели, завершаясь риторикой и малозначительными полумерами или очередными ошибками. По этим же причинам сдерживается курс на инновационно-технологическую политику. Для технологической модернизации земледелия необходимо несколько условий: адекватное восприятие проблемы государством и обществом, наличие современных агротехнологий, их научного, ресурсного, кадрового и информационного обеспечения, экономическое стимулирование, развитие рыночной и социальной инфраструктур, оптимизация земельных отношений и экологической политики.

4.12. Перспективы технологической модернизации земледелия

В России сложились преимущественно экстенсивные формы земледелия. Культивируются иллюзии «широких перспектив высококачественного экологически чистого зерна без удобрений и других средств интенсификации». Эта позиция декларируется многими аграрными чиновниками в пику «химическим технологиям Запада». За этой доктриной стоит целый комплекс извращений. Без удобрений и средств защиты растений в большинстве случаев невозможно получить качественное зерно, без них весьма ограничены возможности применения почвозащитных, минимальных приемов обработки почвы. Следствием экстенсивного земледелия является истощение почв, различные проявления деградации: дегумификация, переуплотнение почв,

водная и ветровая эрозия. Что же касается ханжеских ссылок на якобы экологически опасные западные агротехнологии, то они не просто старомодны, а просто примитивны, учитывая мировой прогресс в интенсификации и одновременно экологизации технологических процессов в земледелии.

Данная позиция не случайна, это не только дань консерватизму и невежеству. К сожалению, она имеет определенные корни, идущие от прошлых кампаний безотчетной химизации земледелия.

После попыток массированного освоения интенсивных агротехнологий в 1986-1990 годах в стране установился агрохимический нигилизм. Нельзя сказать, что эта кампания была неудачной. Благодаря ей урожайность озимой пшеницы, например, возросла в среднем на 6 ц/га. Однако вследствие грубого проведения кампании имело место загрязнение продукции и элементов окружающей среды, связанное с низкой квалификацией исполнителей. Вместо совершенствования технологий их стали осуждать, объявлять вредными, опасными и т.д. В стране на долгие годы прекратилось применение удобрений. Продолжилось искусственное нагнетание экологической опасности современных агротехнологий. Общественное мнение о негативных экологических последствиях сельскохозяйственной деятельности сильно сдвинуто в эту сторону, хотя фактически они, эти последствия связаны с деградацией земель вследствие экстенсивного хозяйствования.

На фоне гипертрофированного общественного неприятия «химии» в стране пропагандируется так называемое экологическое земледелие по правилам Международной ассоциации органического сельского хозяйства (IFOAM), категорически исключающим применение промышленных агрохимических средств. По инициативе Совета Федерации разработан проект закона «Об экологическом производстве» с мерами государственной поддержки этого направления. Едва ли такое односторонний подход в противоположность задачам освоения современных наукоемких агротехнологий можно назвать государственным.

Существуют и другие формы ухода от реальной технологической модернизации земледелия, формирующиеся под названиями «энергосберегающего земледелия», «энергосберегающих технологий», за которыми скрывается стремление к упрощенчеству, нередко доходящее до профанации.

Игнорирование современных агротехнологий обуславливает фатальную отсталость России от большинства мировых сельскохозяйственных товаропроизводителей. На протяжении последних 30 лет этот разрыв по количественным и качественным показателям неуклонно возрастает. Урожайность большинства сельскохозяйственных культур в 1,5-2 раза ниже среднемировой. Россия демонстрирует миру глубокий провал аграрной экономики при наличии мощного производственно-ресурсного потенциала в АПК. Тем временем многие страны мира выходят на новые витки интенсификации сельскохозяйственного производства с использованием все более наукоемких агротехнологий с минимальным экологическим риском.

Этому способствуют потоки удобрений, вывозимых из России, не говоря уже об энергоносителях. Производство их сопряжено с экологическим ущербом для природы и населения нашей страны, а тотальный вывоз отнимает перспективы развития собственных сельскохозяйственных производителей.

Тот факт, что в стране производится 16 млн.т. минеральных удобрений в действующем веществе и лишь 1,5 млн.т. используется в собственном сельском хозяйстве, относится к категории особых парадоксов, поскольку без удобрений не может быть современного земледелия. Расхожим аргументом крайне низкого уровня применения удобрений в России служит их дороговизна. Удобрения дорожают во всем мире, но отдача от удобрений возрастает с большим ускорением и составляет сегодня в развитых странах 15 кг зерна за 1 кг действующего вещества удобрений и более, против 4-5 кг в России. Это означает, что удобрения должны применяться в достаточно наукоемких интенсивных агротехнологиях. Чем выше точность и соответственно науко-

емкость агротехнологий, тем выше количество и качество продукции, тем меньше остатков удобрений и пестицидов попадает в окружающую среду.

В стране имеются необходимые предпосылки адаптивной интенсификации земледелия, включая последовательное освоение нормальных, интенсивных и высокоинтенсивных (точных) агротехнологий вместо традиционных экстенсивных. Первоочередным объектом интенсификации представляется производство зерна со следующей динамикой (табл. 58).

Отправной точкой является расчетное производство зерна, которое может быть обеспечено на современной посевной площади зерновых культур 45 млн. га за счет естественного плодородия почв без применения удобрений. Оно составляет 77 млн.т. при урожайности.1,7 т/га.

58. Потенциальные возможности производства зерна в России при различных агротехнологиях и потребность в минеральных удобрениях

Уровень интен- сификации аг- ротехнологий	Внесение удобрений на 1 га кг д.в.	Окупаемость удобрений, кг зерна 1 кг д .в.	Урожайность, т/га	Валовой сбор зерна, млн. т	Потребность удобрений, млн. т
На площадь посева зерновых 45 млн. га					
Экстенсивные	0	--	1,7	76,5	0
Нормальные	100	8	2,5	112,5	4,5
Интенсивные и нормальные	150	10	3,2	144,0	6,75
Интенсивные, высокие и нор- мальные	200	12	4,1	184,5	9,0
На площадь посева зерновых 70 млн. га					
Экстенсивные	0	--	1,5	105,0	0
Нормальные	100	7	2,2	168,0	7,0
Интенсивные и нормальные	150	9	2,85	199,5	10,5
Интенсивные, высокие и нор- мальные	200	12	3,9	273,0	14,0

На потенциально возможной посевной площади 70 млн. га. сбор зерна за счет естественного плодородия почв может составить 105 млн. т. при урожайности 1,5 т/га.

Фактические сборы зерна в последние годы составляют 78-80 млн. т при урожайности 1,8-1,9 т/га. Считается, что урожайность выросла по сравнению с 1986-1990 годами на 0,2-0,3 т/га. Однако большей частью эта разница должна быть отнесена за счет того, что из состава посевных площадей выпали худшие земли. Без удобрений урожайность будет снижаться по мере истощения и деградации почв.

Первый этап интенсификации производства зерна должен быть реализован в основном за счет освоения нормальных агротехнологий и частично интенсивных (в наиболее благополучных природных и производственных условиях). Для этого потребуется вносить на 1 га посева 100 кг действующего вещества удобрений. Нормальные агротехнологии обеспечивают сбалансированное питание растений, устраняют диспропорции биогенных элементов в почвах и их одностороннее истощение, повышают наряду с урожайностью качество зерна. Их применение позволяет в значительной мере освоить почвозащитные, минимальные системы обработки почвы. С помощью пластичных сортов зерновых культур может быть обеспечена средняя урожайность на площади 45 млн га 2,5 т/га и сбор зерна 113 млн. т. При окупаемости удобрений 8 кг зерна за 1 кг действующего вещества удобрений для этого потребуется 4,5 млн. т действующего вещества минеральных удобрений. При этом потребуется сравнительно небольшое увеличение применения пестицидов, в основном гербицидов, учитывая что в настоящее время применяется значительное их количество. Кстати сказать, наблюдающееся увеличение их применения при очень низком уровне удобрений экономически неоправданно и экологически опасно.

Посевная площадь под зерновыми культурами может быть существенно увеличена и доведена до 70 млн. га. Тогда при том же уровне применения удобрений 100 кг/га и потребности 7 млн. т можно достигнуть сбора зерна

168 млн. т. При этом урожайность зерна будет несколько меньше 2,2 т/га при несколько меньшей окупаемости удобрений зерном 7 кг за 1 кг действующего вещества удобрений в связи с вовлечением менее плодородных земель. Соответственно потребуется увеличение затрат на известкование кислых почв и выборочное гипсование солонцов.

Дальнейшая интенсификация земледелия связана с освоением интенсивных агротехнологий, которые отличаются от нормальных использованием интенсивных сортов зерновых культур, характеризующихся более высоким генетическим потенциалом продуктивности и качества зерна. Эти технологии осваиваются на лучших природных и мелиорированных землях не имеющих существенных агроэкологических ограничений. Потенциал урожайности озимой пшеницы с высоким качеством клейковины в северной лесостепи достигает 7-8 т/га. Созданы ее сорта, обеспечивающие еще более высокий уровень урожайности на юге таежно-лесной зоны при весьма удовлетворительном качестве (Московская 39 и др.). В интенсивных агротехнологиях обеспечивается оптимальное питание растений, полная защита от вредных организмов с использованием технологической колеей.

Освоение интенсивных агротехнологий на лучших землях и нормальных агротехнологий на остальных при посевной площади зерновых 70 млн. га. потребует 150 кг/га действующего вещества минеральных удобрений, то есть 10,5 млн. тонн, что позволит довести урожайность зерновых до 3 т/га и сбор зерна до 200 млн. т. При этом окупаемость удобрений зерном, благодаря повышению точности и наукоемкости агротехнологий, возрастает до 9 кг зерна на 1 кг действующего вещества. Данная урожайность и окупаемость удобрений будет соответствовать сегодняшнему мировому уровню.

Дальнейшая интенсификация производства зерна будет достигаться за счет так называемых точных, или высоких агротехнологий. Суть их заключается в адекватном управлении продукционными процессом агроценозов и сортов с заданными параметрами с использованием современных средств информатизации, дистанционных методов и прецизионной техники. Повы-

шая точность внесения удобрений и пестицидов, эти технологии сильно сокращают экологические риски.

Дифференцированное применение высоких, интенсивных и нормальных технологий на третьем этапе при потребности минеральных удобрений 200 кг/га обеспечит урожайность 3,9 т/га и сбор его 273 млн. т. При этом окупаемость удобрений зерном составит 12 кг зерна за 1 кг действующего вещества удобрений, то есть существенно приблизится к таковой в современных технологиях передовых стран. Примечательно, что количество удобрений потребное для обеспечения этого уровня производства зерна существенно ниже того, которое производится в стране.

Важно подчеркнуть, что для достижения такого количественного и качественного роста производства зерна необходима последовательная агротехнологическая политика, обеспечивающая дифференцированное применение агротехнологий в соответствии с разнообразными природными условиями, производственным и профессиональным потенциалом товаропроизводителей. Традиционную опасность в данном отношении представляет упрощенчество, шаблоны, авантюризм. Наглядным примером упрощенчества является декларирование так называемых «энергосберегающих технологий» или «ресурсо-энергосберегающего земледелия», которое сводится к минимизации почвообработки. Дело в том, что обработка почвы как элемент агротехнологии и тем более системы земледелия, тесно связана с другими элементами. В частности, возможности минимизации ее зависят от преодоления нарастающих засоренности посевов и дефицита азота в почве с помощью гербицидов и удобрений. С повышением уровня интенсификации агротехнологий и соответственно устранением этих препятствий возрастают возможности минимизации обработки почвы вплоть до нулевой в интенсивных агротехнологиях, если равновесная плотность почв соответствует оптимальной для растений.

Обязательным условием обеспечения рассматриваемой программы является концентрация производственных ресурсов под агротехнологии, кото-

рые разрабатываются применительно к конкретным природным условиям и уровням интенсификации производства в рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Для интенсивных и высоких технологий требуется разработка специальных проектов. Любое несоответствие технологии почвенно-климатическим условиям или ошибки в выборе сортов и элементов технологий приводит к экономическим и экологическим издержкам.

Именно через проекты в основном должна осуществляться государственная поддержка агротехнологий. Уровень льгот на удобрения, пестициды, технические средства должен возрастать по мере повышения наукоемкости агротехнологий. Бессистемное применение пестицидов, несообразованное в должной мере с технологическими комплексами, сопряжено с повышенными экологическими рисками и должно подвергаться экологическому контролю по результатам государственного экологического мониторинга.

Масштабное освоение агротехнологий потребует создания системы кооперативов по материально-техническому обеспечению товаропроизводителей, в особенности создания складской, дилерской сети по хранению, перевалке, смешиванию, упаковке и доставке минеральных удобрений, мелиорантов, средств защиты растений.

Начальный этап модернизации земледелия может быть обеспечен интенсивными агротехнологиями, разработанными в зональных НИИ и сельскохозяйственных ВУЗах страны с привлечением зарубежного опыта. При этом следует избегать прямого копирования зарубежных технологий, памятуя опыт кампании 1986-1990 годов. Любые агрономические новации должны быть проверены и адаптированы к местным условиям. Учитывая серьезную технологическую отсталость, особенно в области точных агротехнологий, необходимо принять меры по скорейшему развитию исследований в этом направлении. При этом должен быть изменен порядок формирования государственного заказа по разработке агротехнологий, их производственной проверке и освоению. До сих пор, несмотря на традиционную критику, научные организации не ориентированы в должной мере на создание агротехно-

логий. Более того, разобщенность подразделений РАСХН, научных учреждений и их подразделений, дезинтегрированность тематики, традиционная отчетность множеством мелких разработок крайне затрудняют создание агротехнологий. Они существуют не благодаря, а вопреки научно-технической политике в силу инициатив отдельных личностей или коллективов.

Разрушенность опытно-производственных хозяйств, бедственное состояние технической базы затрудняет или исключает производственную проверку агротехнологий и их освоение. Существующая система кратковременных грантов осложняет проведение исследований в достаточно длительных полевых опытах. Очевидно, назрела необходимость эффективной системы научно-технического обеспечения земледелия, при которой государственный заказ должен быть ориентирован на конечный продукт в виде апробированных агротехнологий, реализованных на полях опытно-производственных хозяйств сельскохозяйственных ВУЗов. Для этого необходимо упорядочение взаимодействия НИИ и ОПХ и создание современной материально-технической базы в последних.

С этой проблемой тесно связана другая – создание системы освоения агротехнологий, включающей обучение специалистов, демонстрацию, проектирование, консультирование. Это задача агротехнологических центров, которые должны работать при НИИ и сельхозвузах на базе ОПХ и учхозов.

Эта система должна быть сопряжена с функционированием земельной службы, ответственной за ведение земельного кадастра, агроэкологического мониторинга земель, землеустройство, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия, в рамках которых формируются агротехнологии. Через эту службу должна проводится государственная земельная и экологическая политика, регулирование земельных отношений и оборота земли.

Таким образом, технологическая модернизация земледелия требует радикальных преобразований:

- создание оптимальных условий для хозяйственной деятельности сельских товаропроизводителей; оптимизация земельных отношений, обеспечение сбыта продукции, развитие социальной инфраструктуры.
- формирование государственного заказа по разработке агротехнологий нового поколения в системах адаптивно-ландшафтного земледелия.
- организация земельной службы с целью обеспечения почвенно-ландшафтных, почвенно-агрохимических, мелиоративных изысканий и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий, ведения земельного кадастра и агроэкологического мониторинга земель, разработки агроэкологических нормативов и регламентов.
- Формирование государственного заказа по подготовке и переподготовке технологических кадров и создание учебной базы.
- Создание инновационно-технологических центров по освоению агротехнологий при зональных НИИ и сельскохозяйственных ВУЗах на базе ОПХ и учхозов.

4.13. Проблема совершенствования агрономического образования

В России проведена реформа образования. Первые ее результаты неоднозначно восприняты в обществе, и вызывают озабоченность по многим позициям, особенно тем, которые искусственно продвинуты сверху, не соотносясь в должной мере с реалиями жизни. Таковыми, в частности, является введение в сельскохозяйственных вузах универсальной системы образования по схеме «бакалавр - магистр». При этом главным аргументом оказывается ссылка на необходимость следовать известному Болонскому соглашению. Такой формальный подход проявился и при подготовке государственных стандартов высшего сельскохозяйственного образования. Между тем система

сельскохозяйственного образования в нашей стране требует глубокого переосмысления, с учетом реалий современного мира (агротехнологическая и информационная революции, смена идеологии природопользования) и социально-экономических преобразований в стране.

Решая задачи подготовки специалистов сельского хозяйства, следует избегать крайностей, свойственных аграрному реформированию последних лет, и при формировании новых государственных образовательных стандартов учитывать как недостатки существующих образовательных программ, так и позитивный отечественный и зарубежный опыт сельскохозяйственного образования. По поводу высшего сельскохозяйственного образования в России высказываются полярные суждения - от крайне негативных до превосходных. Эти противоречия не случайны, поскольку противоречива сама существующая система образования. Сложившаяся в условиях жесткой плановой экономики, она унаследовала от нее безальтернативность, консерватизм, декларативность, и другие негативные качества, которые в разной степени коснулись преподавания тех или иных дисциплин. По большинству из них осуществлялась достаточно основательная теоретическая подготовка, обеспечивался широкий профессиональный кругозор студентов, и тут советская система подготовки специалистов имела преимущество перед многими зарубежными системами. Вместе с тем, она страдала недостаточной практической направленностью подготовки, и особенно это касается агрономов-полеводов. Считалось, что, получив теоретические знания и подкрепив их на ознакомительных производственных практиках в сельскохозяйственных предприятиях, молодые специалисты в дальнейшем «войдут в форму» уже на производстве. Однако, большинство таких специалистов оставалось «полуфабрикатами», поскольку уровень сельскохозяйственного производства подавляющего большинства хозяйств был очень низок. Студенты вузов не могли получить хорошей индивидуальной агрономической подготовки из-за ограниченности учебной базы, которая не была ориентирована на самостоятельное выполнение ими всего комплекса полевых работ. То, с чем знакоми-

лись студенты в учхозах вузов, далеко не всегда отвечало хотя бы среднемировому уровню сельскохозяйственного производства. Урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность скота в среднем по учхозам, так же как и опытным хозяйствам РАСХН, не дотягивали до среднемировых. Невелика была доля учебных и опытных хозяйств, где реализовывался научный потенциал, созданный региональными НИИ и вузами. Никаких серьезных приводных механизмов внедрения научных разработок в ОПХ и учхозах не было; непосредственно к учебному процессу руководители и работники учхозов отношения не имели; научные, учебные и производственные программы никак не координировались.

Разумеется, при такой системе о серьезной технологической подготовке студентов речи быть не могло. В то же время в развитых странах студенты персонально осваивают весь технологический процесс производства продукции на собственной учебной базе, и оценке подвергаются не только теоретические знания студентов, но и произведенная ими учебная продукция.

Бесспорно, советская система подготовки специалистов сельского хозяйства в новых, рыночных условиях требует серьезных преобразований. Однако в результате так называемого реформирования ситуация вместо упорядочения и улучшения стала еще более порочной. Большинство учебных хозяйств в последнее десятилетие пережили полный упадок, демонстрируя запущенность такой степени, что их вообще не следует показывать студентам. В учхозах, оставшихся на плаву и нарастивших производственный потенциал благодаря освоению новых технологий, мало изменилось качество практической подготовки студентов, обучающихся по прежним образовательным программам, устаревшим даже по отношению к достижениям земледельческой науки в России, не говоря уже о радикальных преобразованиях мирового сельского хозяйства.

Примечательно, что наиболее преуспевающие товаропроизводители и инвесторы пытаются найти сегодня агрономов-технологов, способных получать высокие урожаи с помощью современных агротехнологий. Однако на

объявляемые конкурсы, гарантирующие специалистам довольно высокие заработки, заявлений не поступает, поскольку сельскохозяйственные вузы в подавляющем большинстве таких специалистов не готовят. Более того, у некоторых научных работников и преподавателей существует предубеждение против интенсивных агротехнологий и беспочвенное упование на альтернативные (биодинамические, органические и др.) системы земледелия без применения агрохимических средств. Таким образом, технологическая неопределенность в совокупности с абстрактным экономическим либерализмом создали противоречивую ситуацию в сельскохозяйственном производстве.

Сельскохозяйственная образовательная политика, так же как и научно-техническая - особая функция государства. Во всех развитых странах она тесно увязана с организацией научного обеспечения отрасли и инновационной деятельностью. Развивающаяся тенденция самоустранения государства от этих функций в России способствовала деградации сельскохозяйственных вузов и НИИ. Представление о том, что субъекты Федерации должны сами формировать научное и образовательное обеспечение сельского хозяйства, на наш взгляд говорят о непонимании его специфики. Размещение научных и образовательных центров в сельском хозяйстве определяется в первую очередь природными условиями. Они должны быть приурочены к различным природно-сельскохозяйственным провинциям, как правило, сильно различающимся по условиям ведения сельского хозяйства. Нередко в одной административной области имеется несколько таких провинций, чаще в одной провинции располагается несколько областей, научный и производственный опыт которых должен быть взаимно использован. Уже только по этой причине необходима отлаженная государственная сеть научных и образовательных учреждений.

Кроме того, нужно учитывать неравномерность распределения научного потенциала, отсутствие или крайнюю ограниченность его во многих областях. Все это на фоне общей отсталости сельского хозяйства требует интеграции научного и образовательного обеспечения, формирования единой

проводящей системы научно-технического прогресса на государственной основе. При этом важно не разрушать сложившиеся научно-организационные формы, а достраивать их образовательными формами, используя эффективные интеграционные механизмы. Важно, чтобы в этом сообществе поддерживался приоритет нового знания и профессионализма, высокий уровень научного руководства и ответственность за конечные результаты, чего больше всего не хватает сегодня, особенно в системах МСХ РФ и Россельхозакадемии. Результаты научной и инновационной деятельности должны служить основой для формирования образовательных программ.

Для решения практических задач важно определить наиболее востребованные специальности и специализации на ближайшую перспективу. Учитывая значительное расслоение сельскохозяйственного производства (от примитивного до высокотехнологического) целесообразно вести подготовку агрономов нескольких уровней.

Первый уровень должен обеспечивать выполнение нормальных агротехнологий (в соответствии с Федеральным регистром технологий производства продукции растениеводства М., 1999). Таких специалистов могут готовить средние учебные заведения.

Второй уровень следует ориентировать на умение реализовать интенсивные агротехнологии и формировать адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Этой задаче могут отвечать дипломированные специалисты-агрономы, которых готовят сельхозвузы, но при условии модернизации учебных программ и практической подготовки. Чтобы обеспечить должный профессиональный уровень подготовки агрономов-технологов, необходима их углубленная подготовка по методологии управления продукционным процессом сельскохозяйственных культур, проектированию интенсивных агротехнологии и выполнению всего технологического комплекса производства растениеводческой продукции с использованием современных технических, агрохимических и биологических средств. Наряду с этим агроном-технолог должен хорошо ориентироваться в вопросах экологизации совре-

менного производства, учитывая переход к новой идеологии природопользования на основе экологического императива. Эта идеология в определенной мере реализуется путем освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Третий уровень подготовки необходимо ориентировать на формирование высоких агротехнологий. Для этой задачи следует готовить агрономов-магистров. Их назначение по специальности «земледелие» должно включать:

- построение и использование математических моделей земледелия и имитационных моделей агротехнологий;
- создание автоматизированных систем агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур и сортов;
- агроэкологическая оценка земель на основе АгроГИС;
- создание электронных карт пригодности земель для возделывания сельскохозяйственных культур;
- проектирование точных систем земледелия и высоких агротехнологий в АгроГИС;
- использование автоматизированных средств управления продукционным процессом сельскохозяйственных культур на основе ГИС;
- использование прецизионных технических средств для почвообработки, посева, внесения удобрений, ухода за посевами, уборки урожая;
- использование новейших методов и средств информатизации при выполнении технологических процессов;
- использование дистанционных методов пространственного ориентирования и управления техническими средствами.

Наряду с совершенствованием теоретических курсов, необходимо радикальное преобразование практического обучения агрономов. Оно должно доводиться до полного освоения агротехнологий без скидок на последующее доучивание на производстве. Например, каждый потенциальный выпускник по специальности агроном-полевод должен самостоятельно выполнить определенный технологический комплекс на выделенном ему производственном

участке в поле учебного севооборота. Для этого необходимо располагать достаточно развитой учебной базой. При этом наряду с технологическими навыками студент должен на наглядном опыте научиться формированию и освоению систем земледелия на ландшафтной основе. Это возможно лишь при наличии у вузов образцовых учебных хозяйств, служащих моделями современного сельскохозяйственного производства.

Специальность агронома-технолога (полевода, овощевода, плодоведа) является базовой, а ее функционирование возможно лишь при соответствующем инженерно-техническом, почвенно-агрохимическом, агроэкологическом, экономическом обеспечении. Образовательные программы по каждой из этих специальностей должны быть также пересмотрены с позиций интегрированных требований адаптивной интенсификации производства, включающей задачи его экологизации одновременно с достижением высокой продуктивности и качества продукции. В частности, в учебных программах по почвоведению должны получить развитие представления о приоритете экологических (биосферных) функций почв, почвенно-ландшафтных связях, новые подходы к их идентификации с использованием ГИС-технологий.

Основу почвенно-агрохимического обеспечения агротехнологий составляет формирование землеоценочной основы, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий, управление продукционным процессом сельскохозяйственных культур, регулирование круговорота веществ в агроландшафтах. Этими функциями определяется назначение дипломированного специалиста почвовед-агрохимика.

Умение решать эти задачи требует усиленной подготовки студентов, введения ряда дополнительных дисциплин. Проектирование и освоение точных систем земледелия и высоких агротехнологий потребуют от специалистов существенного повышения квалификации. Необходимо дополнительно два года обучения для подготовки магистра по специальности «Почвоведение и агрохимия» со следующим назначением:

- почвенно-ландшафтное картографирование на электронных носителях с ис-

пользованием дистанционных методов;

- разработка агрогеоинформационных систем оценки земель для формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и высоких агротехнологий;
- автоматизированное проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основе ГИС;
- проектирование высоких агротехнологий на основе ГИС;
- освоение высоких агротехнологий с автоматизированным управлением производственного процесса сельскохозяйственных культур с помощью современных технических средств и программного обеспечения;
- проектирование и эксплуатация мелиоративных систем на основе ГИС-технологий и современных средств автоматизации;
- разработка и использование математических моделей высоких агротехнологий, высокоинтенсивных систем земледелия, мелиоративных систем, производственных процессов.

Литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. Под ред. В.И.Кирюшина, А.Л.Иванова, ФГНУ «Росинформагротех», М., 2005. 761 с.
2. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области /Под ред. В.И. Кирюшина и А.Н. Власенко – Новосибирск: СибНИИЗХим СО РАСХН, 2002, 363 с.
3. Алексахин Р.М. и др. Рекомендации по ведению растениеводства на радиоактивно загрязнённых территориях России – М., 1997.
4. Балабко П.Н. Микроморфология, диагностика и рациональное использование почв пойм Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин. Автореферат докт. диссертации. М. 1991, 47 с.
5. Бараев А.И. и др. Почвозащитное земледелие – М.: Колос, 1975, 304 с.
6. Бараев А.И., Кирюшин В.И. Резервы целинного земледелия. Земледелие, №9, 1978. с.2-5.
7. Бейли Н. Математика в биологии и медицине. – М.: Мир, 1970. – 326 с.
8. Биогеохимические основы экологического нормирования – М.: Наука, 1993.
9. Бондаренко Н.Ф., Жуковский Е.Е. и др. Высокие урожаи по программе – Л.: Лениздат, 1986, 144 с.
10. Бондаренко Н.Ф., Полуэктов Р.А., Якушев В.П. Имитационные модели и методы принятия решений при программировании урожаев. // Докл. ВАСХНИЛ, 1986, № 3, с. 5-7.
11. Браславец М.Е., Кравченко Л.Г. Математическое моделирование процессов в сельском хозяйстве. – М., Колос, 1972. – 589 с.
12. Брут И.Г., Шабанович Г.Н. Приемы возделывания озимой ржи в адаптивной технологии. // Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрного производства. Т.П. БелНИИСХ. Жодино. 1998.

13. Варламов А.А. Организация территории сельскохозяйственных земельных владений и землепользований на эколого-ландшафтной основе/ Учебное пособие – М., 1993.
14. Варламов А.А., Волков С.Н. Применение экономико-математических методов при установлении сочетания отраслей, состава и площадей угодий. // Тр.МИИЗ – М. 1976. – Вып. 81. – С. 66-71
15. Васенёв И.И., Букреев Д.А., Васенёва Э.Г. и др. Информационно-справочные системы по оптимизации землепользования в условиях ЦЧЗ – Курск, 2002, 110 с.
16. Васько В.Т. Теоретические основы растениеводства. СПб.: «Проф-информ». 2004. 200 с.
17. Вильямс В.Р. Общее земледелие с основами почвоведения 2-е изд. – М.: Новый агроном. 1931. – 376 с.
18. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М. Сельхозгиз. 1940. с.31.
19. Вернадский В.И. Биосфера. – Избр. Соч. М.: Изд. АН СССР, 1960, т.5.
20. Вершинин В.В. Теоретические положения землеустройства загрязнённых территорий – Волгоград: Изд-во Страница-2, 2003, 179 с.
21. Власенко А.Н. Научные основы минимализации систем основной обработки почвы в лесостепи Западной Сибири. – Новосибирск: СО РАН. 1994. – 74 с.
22. Власенко А.Н., Филимонов Ю.П., Каличкин В.К., Иодко Л.Н., Усолкин В.Т. Экологизация обработки почвы в Западной Сибири. Новосибирск: СО РАН. 2003. – 268.
23. Власенко Н.Г. Защита растений: теория и практика. Новосибирск: СО РАН. 2004. – 324 с.
24. Волков С.Н. Землеустройство: Учебник, т. 1 – 6 – М.: «Колос», 2002.
25. Волков С.Н. Землеустройство в условиях земельной реформы: (экономика, экология, право). – М.: «Былина» 1998, 526 с.

26. Володин В.М. Экологические основы оценки и использования плодородия почв. – М.: ЦИНАО. 2000.- 336 с.
27. Воробьев С.А. Агрономия. БСЭ, т.1, М.: 1970. С. 205-207.
28. Воробьев С.А., Назаренко В.И., Шубин В.Ф. Земледелие, БСЭ, т.9. М. 1972, с. 465.
29. Вражнов А.В. Адаптивные системы земледелия – основа повышения плодородия и продуктивности южноуральских черноземов./ Проблемы уральских черноземов. Челябинск, 1993, с. 14-24.
30. Ганжара Н.Ф., Байбеков Р.Ф., Бойко О.С., Колтыхов Д.С., Арешин А.В. Геологическое и ландшафтоведение. – М. 2007, 380 с.
31. Гатаулин А.М. и др. Экономико-математические методы и планирование сельскохозяйственного производства / Гатаулин А.М., Харитонов Л.А. Гаврилов Г.В. – М., Колос, 1976. – 223 с
32. Герасименко В.П. Оценка весеннего поверхностного стока с пахотных земель/ Почвоведение, 1993, №5, с. 84 – 91.
33. Герасименко В.П. Теоретические основы регулирования водной эрозии почв на пашне/ Почвоведение, 1988, №10, с. 108 – 116.
34. Глазовский Н.Н. Избранные труды в двух томах. Том 2. Устойчивое развитие биосферы. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2009. 386 с.
35. Глазовский Н.Ф. Десять лет после Рио – итоги и перспективы перехода на устойчивое развитие. // Известия РАН, сер. геогр. 2003, № 1, с.5-19.
36. Глазовский Н.Ф. Есть ли будущее у человечества. // Природа, 2006, № 8, с. 63-64.
37. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. – Изд-во МГУ. 1964.
38. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России. Под ред. Иванова А.Л. и Кирюшина В.И. – М.: Россельхозакадемия. 2009. 518 с
39. Глухих М.А. Влага черноземов Зауралья и пути ее эффективного использования. / ЧГАУ. – Челябинск. 2003. – 358 с.

40. Годельман Я.М. Неоднородность почвенного покрова и использование земель – М.: Наука, 1981, 198 с.
41. Горчаков Я.В. Дурманов Д.Н. Мировое органическое земледелие XXI века. Монография. – М.: ПАИМС. 2002. – 402 с.
42. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М., 1995, 470 с.
43. Гранкина Л.Я., Платонов В.А., Ратновская Е.П. О построении экономико-математической модели известкования кислых почв в севообороте. // Экономико-математическое моделирование агропромышленного комплекса региона. В сб. научн. Тр./ НИЭСХ НЗ РСФСР. – 1986. – С. 101-108.
44. Докучаев В.В. Место и роль почвоведения в науке и жизни. – Дороже золота русский чернозем. М.: Изд-во МГУ, 1984. с. 195
45. Докучаев В.В. Русский чернозем.- М.: Л.: ОГИЗ - Сельхозгиз, 1936
46. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь – СПб., 1892.
47. Докучаев В.В. К вопросу о зонах природы. – Спб. 1898
48. Добровольский Г.В., Зайдельман Ф.Р. О понятиях «почва» и «земля» в связи с обоснованием мелиоративных решений. – Почвоведение. 2005, № 5, с. 608-619.
49. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах – М.: Наука, 1990, 259 с.
50. Добровольский Г.В., Трофимов С.Я. Систематика и классификация почв (История и современное развитие) – М.: Изд. МГУ, 1996, 78 с.
51. Доклад конференции Организации Объединённых Наций по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3 – 14 июня 1992 г., - ООН, Нью-Йорк, 1993.
52. Дорст Ж. До того, как умрет природа. – М.: 1968. с. 166.
53. Дубачинская Н.Н. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия на солонцовых землях Южного Урала. – Оренбург, 2000, 330 с.

54. Емельянова И.М., Малышева Г.А., Попова Т.П. Повышение продуктивности мелиорируемых земель Нечерноземья. – Л.: Агропромиздат, 1987, 253 с.
55. Еськов А.И. и др. Теоретическое обоснование технологий биологизации земледелия. М.: ВНИПТИОУ, 2005, 79 с.
56. Жуков Ю.П. Комплексная химизация в интенсивных технологиях возделывания культур в Нечерноземье – М.: Изд.МСХА, 1989, 90 с.
57. Жуковский Е.Е., Усков И.Б. О принципах программирования урожая на вероятностной основе/ Моделирование и управление процессами в агроэкосистемах – Л., АФИ, 1984, с. 116 – 126.
58. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Кишинев Штиница, 1990. 432 с.
59. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства – Пущино, 1994, 147 с.
60. Жученко А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. Саратов, 2000, 276 с.
61. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв – М.: Изд-во МГУ, 1996, 382 с.
62. Зайцева А.А. Борьба с ветровой эрозией почв. М.: Колос, 1970, 182 с.
63. Зворыкин К.В. Сельскохозяйственная типология земель для кадастровых целей / Вопросы географии, 1965, сб. 67.
64. Земельные ресурсы СССР. Ч. 1. Природно-сельскохозяйственное районирование территории областей, краёв, АССР и республик. – М., 1990, 261 с.
65. Земельный вопрос/ Е.С. Строев, С.А. Никольский, В.И. Кирюшин и др.; под ред. Е.С. Строева. – М.: Колос, 1999, 536 с.
66. Земледелие. Под ред. С.А. Воробьева. М.: ВО «Агропромиздат», 1991, 524 с.
67. Земледелие. Под ред. А.И. Пупониной. М.: «Колос» 2000. 552 с.
68. Зимовец Б.А. Экология и мелиорация почв сухостепной зоны. М.: 1991. 247 с.

69. Зональные системы земледелия Новосибирской области. Новосибирск, СО ВАСХНИЛ, 1982. 454 с.
70. Зонн С.В. О состоянии проблемы классификации почв к концу XX века/ Почвоведение, 1999, №12, с. 1521 – 1525.
71. Иванов А.Л. Состояние и перспективы развития научного обеспечения земледелия России. Земледелие на рубеже XXI века/ Сборник докладов Международной научной конференции. – М.: Изд-во МСХА, 2003, с. 3 – 17.
72. Иванов А.Л. Проблемы глобального проявления техногенеза и изменений климата в агропромышленной сфере // Тр. Всемирной конференции по изменению климата. М.: 2004, с. 339-346.
73. Иванов А.Л., Немцев Н.С. Каргин И.Ф., Немцев С.Н., Очерки по истории агрономии. М.: РАСХН. 2008. с. 159.
74. Иванов А.Л., Кирюшин В.И., Краснощеков Н.В., Лачуга Ю.Ф., Овчаренко М.М. О развитии агротехнологий и формировании государственной технологической политики. Доклад. М.: ФГНУ «Росинформагротех» = 2005. – 116 с.
75. Иванов Д.А. Перспектива типизации агроландшафтов гумидной зоны. Вестник РАСХН № 2, 2000, с. 31-33
76. Иванов Ю.Г., Кочуров Б.И. Муниципальное земельное право /Под ред. Н.Ф. Глазовского – М.: Изд-во КМК, 2002, 36 с.
77. Иванова Л.С. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Лено - Ангарского междуречья – Новосибирск, 2004, 131 с.
78. Извеков А.С. Научные основы повышения продуктивности предкавказских черноземов. // Докл. РАСХН. 1993. № 1.
79. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье. – Самара, 1997, 196 с.
80. Кант Г. Земледелие без плуга. – М.: Колос. 1980.
81. Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем. – М., Агропромиздат. 1988.

82. Кардаш В.А. Модели управления производственно-экономическими процессами в сельском хозяйстве. – М.: Экономика. 1981. – 183 с.
83. Кауричев И.С., Романова Т.А., Сорокина Н.П. Структура почвенного покрова и типизация земель – М.: МСХА, 1992.
84. Каштанов А.Н. Научное наследие В.В. Докучаева и его развитие в современном ландшафтном земледелии. Материалы научной сессии Россельхозакадемии «Научное наследие В.В. Докучаева и современное земледелие» (к 100-летию Особой экспедиции В.В. Докучаева). М.: РАСХН, 1992. с. 10-23.
85. Каштанов А.Н., Шнирельман В.А. Земледелие. Большая Российская энциклопедия, т.10. М.2008, с. 383.
86. Каштанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швобс Г.И. Основы ландшафтно-экологического земледелия – М.: Колос, 1994.
87. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. М.: Россельхозиздат, 1977, 188 с.
88. Кедров Б.М. Наука. Большая советская энциклопедия, Т. 17, М.1974. С. 325
89. Кирейчева Л.В., Решеткина Н.М. Концепция создания устойчивых мелиорированных агроландшафтов – М.: ВНИИГиМ, 1997.
90. Кирюшин В.И. Солонцы и их мелиорация – А-Ата: Кайнар, 1976, 175 с.
91. Кирюшин В.И. Резервы земледелия. – Вестник сельскохозяйственной науки, №3, 1983, с. 40-44
92. Кирюшин В.И. О теоретических основах зональных систем земледелия. Земледелие №1, 1988, с. 15-18
93. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия – Пушино, 1993, 64 с.
94. Кирюшин В.И. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур – М., 1995, 81 с.
95. Кирюшин В.И. Методология формирования технологий возделывания сельскохозяйственных культур – Известия ТСХА, вып. 2, 1996, с. 32 – 39.

96. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия – М.: Колос, 1996, 366 с.
97. Кирюшин В.И. О базовой классификации почв – Почвоведение, 1998, № 10, с. 1271 – 1277.
98. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика – М.: МСХА, 2000, 413 с.
99. Кирюшин В.И. Точные агротехнологии как высшая форма интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия – Земледелие, №6, 2004, с. 16 – 21.
100. Кирюшин В.И. , Южаков А.И., Ткаченко Г.И. Овсянников В.И. Режим азота в почвах Сибири и диагностика обеспеченности им растений. - Плодородие почв и питание растений. - Новосибирск СО ВАСХНИЛ. 1986.
101. Кирюшин В.И. , Ткаченко Г.И. О нисходящей миграции нитратов в черноземах Сибири при сельскохозяйственном использовании. - Почвоведение. №2, 1986.
102. Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Чулкина В.А. Яровая пшеница: интенсивные технологии – Новосибирск, 1988, 158 с.
103. Кирюшин В.И., Южаков А.И., Романова Н.Л., Власенко А.Н. Моделирование зональных систем земледелия на основе полевых экспериментов – Вестн. с.х. науки, 1990, № 8.
104. Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Иодко Л.Н.. Влияние различных способов обработки на плодородие выщелоченных чернозёмов Приобья/ Почвоведение, 1991, №3, с. 97 – 105.
105. Кирюшин В.И., Иванов А.Л., Перевертин К.А. Модель оптимизации агроландшафтов. Тезисы международной конференции «Современные тенденции в математическом моделировании агроэкосистем. Сиб. АФИ. 1997.
106. Кирюшин В.И., Фруммин И. Математическое моделирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия (на примере Зауралья). – Известия ТСХА, вып, 2004 с. 27-36
107. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977, 220 с.

108. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
109. Ковалев Н.Г., Ходырев А.А., Иванов Д.А., Тюлин В.А., Агроландшафтоведение. – Москва – Тверь, 2004. – 422 с.
110. Козменко А.С. Борьба с эрозией почв на сельскохозяйственных угодьях. – М., Сельхозгиз, 1963.
111. Колбовский Е.Ю. Ландшафтоведение. 2-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2007, - 480 с.
112. Коломейченко В.В. Растениеводство Учебник. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 600 с.
113. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствование систем земледелия на ландшафтной основе/ Научные руководители А.Н. Каштанов, А.П. Щербаков, Швебс Г.И. – Курск, 1992, 136 с.
114. Коринец В.В., Коринец А.В. Экологическая функция генофонда. - Астрахань: Новая линия. 2007. – 166 с.
115. Краснощёков Н.В. Проектирование производства сельскохозяйственной продукции/ Научно-технический прогресс в АПК России – стратегия машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции на период до 2010 года. Сборник материалов научной сессии Россельхозакадемии 13 – 14 октября 2003 года. – М., 2004, с. 107 – 114.
116. Краснощёков Н.В., Кирюшин В.И. Коллективы интенсивного труда. Земледелие, №6, 1988, с. 5-8.
117. Кулаковская Т.Н. Почвенно-агрономические основы получения высоких урожаев. Минск, 1978.
118. Кушниренко Ю.Д. Минеральное питание яровой пшеницы и отзывчивость ее на удобрения при возделывании на выщелоченных черноземах лесостепи предгорий Южного Зауралья. – Канд. диссертация. Челябинск, 1968. – 312 с.

119. Ландшафтное земледелие. Ч.1. /Под ред. А.Н. Каштанова и А.П. Щербакова – Курск, 1993, 98 с.
120. Ландшафтное земледелие. Ч.2. /Под ред. А.Н. Каштанова и А.П. Щербакова – Курск, 1993, 53 с.
121. Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии. Под ред. А.В. Дроздова. М.: Т-во научных изданий. КМК. 2006. 239 с.
122. Лопырев М.И. Основы агроландшафтоведения – Воронеж, 1995, с. 181.
123. Лопырев М.И, Рябов Е.И. Защита земель от эрозии и охрана природы – М.: Агропромиздат, 1989.
124. Лопырев М.И., Макаренко С.А. Агроландшафты и земледелие. Воронеж, 2001, 168 с.
125. Лыков А.М., Гриценко В.В., Кауричев И.С. Совершенствование систем земледелия: сущность, теоретические основы, принципы разработки и освоения. Земледелие, № 12, 1986.
126. Лыков А.М., Кауричев И.С. и др. Современная научная концепция использования земель сельскохозяйственного назначения. Плодородие, 2004. № 7.
127. Мальцев Т.С. Вопросы земледелия, 2-е изд. М. 1976.
128. Маслов Б.С., Минаев И.В. Мелиорация и охрана природы. - М.: Рос-сельхозиздат, 1985.
129. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Райндерс Й. За пределами риска. М.: Пангея, 1994. 304 с.
130. Методические рекомендации и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия юга Средней Сибири – Абакан, 2003, 109 с.
131. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия. – Курск, Тверь: ЧуДо, 2001. – 260 с.
132. Методологическая концепция развития земледелия в Сибири. Методические рекомендации. Автор В.И. Кирюшин. Новосибирск СО ВАСХНИЛ. 1989. – 45 с.

133. Миркин Б.М., Хазиев Ф.Х., Хазиахметов, Бахтизин Н.Р. Экологический императив сельского хозяйства республики Башкортостан. – Уфа, 1999, 163 с.
134. Многоукладная аграрная экономика и российская деревня / Е.С. Строев, С.А. Никольский, В.И. Кирюшин и др; Под ред. Е.С. Строева. – М.: Колос, 2001, 622 с.
135. Модель адаптивно-ландшафтного земледелия Владимирского ополья. Под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова – М.: «Агроконсалт», 2004, 453 с.
136. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. М.: «Молодая гвардия», 1990, 352 с.
137. Моисеев Н.Н. Взаимодействие общества и природы – глобальные проблемы. // Вестн. РАН. т 68. 1990. № 2, с. 167-170.
138. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К., Тарарико А.Г. Почвозащитное земледелие. – Киев, Урожай, 1988.
139. Небольсин А.Н. Теоретическое обоснование известкования почв Северо-Запада Нечерноземной зоны РСФСР. Докт. дисс – Л., 1983
140. Немцев Н.С. Агроэкологические основы почвозащитных систем земледелия в лесостепи Среднего Поволжья. – Ульяновск. 2005, 240 с.
141. Николаев В.А. Ландшафтоведение – М.: МГУ, 2000, 91 с.
142. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения – М.: Изд-во МГУ, 1979.
143. Никольский С.А. Человек, земля, реформа. М. 2000. 136 с.
144. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. – М.: Колос, 1973. – 95 с.
145. Овсянников В.И. Рациональное использование земли – основное условие увеличения производства сельскохозяйственных продуктов. / Земля и рациональное ее использование. Материалы XIX областной научно-производственной конф. агрономов. – Курган. 1971. – С.37-75.

146. Овсянников В.И., Овсянникова С.М., Ларин Г.Н., Никифорова К.И., Попов Г.И. Взаимодействие между продуктивностью севооборотов и азотными удобрениями. // Сиб. вестн. с.-х. науки. 1982. № 2. С. 1-8.
147. Овсянников В.И., Овсянникова С.М., Харин Г.Р. Удобрение полевых культур в севооборотах Зауралья. Земледелие. – 1984В. - № 2. – С.41-44.
148. Овсянников В.И. и др. Моделирование производства зерна в лесостепи Зауралья. / Овсянников В.И., Овсянникова С.М., Сухоруков А.Н., Харин Г.Р. // Зерновое хозяйство. – 1984Г., №3. С.36-38
149. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 255 с.
150. Основы технологий сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство. Под ред. В.С. Никляева М.: «Былина». 2000. 555 с.
151. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов. – М.: Высшая школа, 1975.
152. Петрова Л.Н. Концепция развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия в засушливых районах юга России. // Проблема борьбы с засухой. Сборник научных трудов Ст. Гау, т.1. – Ставрополь, 2005, с. 35-43.
153. Полуэктов Р.А. Полевой опыт и динамические модели продукционного процесса/ Современные проблемы опытного дела. т. 1.. – Санкт-Петербург, АФИ, 2000, с. 29 – 35.
154. Полуэктов Р.А. Динамические модели агросистемы. Ленинград. Гидрометеиздат. 1991. 308 с.
155. Полуэктов Р.А. Схема организации научных исследований по программированию урожая. // Докл. ВАСХНИЛ, 1976, № 2, с. 2-4
156. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. – СПб.: Изд-во С-Петербур. ун-та, 2006. – 396 с.
157. Попов И.Г. Математические методы планирования сельского хозяйства. – М.: Колос, 1975. – 127 с.
158. Построение кооперативного хозяйства (теория и практика). Новосибирск, СО ВАСХНИЛ, 1989. 336 с.

159. Программа действий: повестка дня на XXI век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро. Женева. 1998. 70 с.
160. Проектирование и внедрение эколого-ландшафтных систем земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области: Метод. руководство под ред. М.И. Лопырева, Воронеж: Истоки, 1999, 186 с.
161. Прока В.Е. Морфологическая структура ландшафтов и землеустроительное проектирование – Кишинёв, 1976.
162. Почвоведение Под ред. И.С. Кауричева. М., Агропромиздат. 1989
163. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения, т. 1-3. М., 1963.
164. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель – М.: Сельхозгиз, 1938.
165. Регистр технологий производства зерна в Центральном районе Нечерноземной зоны (система технологий). Под ред. Войтовича Н.В., Иванова А.Л., Краснощекова Н.В., Кирюшина В.И. НИИСХ ЦРНЗ, 2003, 220 с.
166. Реймерс Н.Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. – М.: Россия молодая, 1994.
167. Рекомендации по ведению сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС на период 1991 – 1995 гг. /Под ред. Р.М. Алексахина – М., 1991, 58 с.
168. Рекомендации по определению эколого-экономической эффективности земель сельскохозяйственного назначения. /Чогут Г.И. – Воронеж: ГНУ НИИ ЭО АПК ЦЧР РФ, 2002, 42 с.
169. Рекомендации по регулированию почвенно-гидрогеологических процессов на пахотных землях. /Авторы В.П. Герасименко и М.В. Кумани. ВНИИЗ и ЭПЭ – Курск, 2000, 105 с.
170. Розов Н.Н., Иванова Е.Н. Классификация почв СССР – Почвоведение, 1967, № 3, с. 3 – 18.
171. Романова Е.Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1977, 280 с.

172. Савин И.Ю., Столбовой В.С. Имитационная модель роста сельскохозяйственных растений WOFOST и её использование для анализа продуктивности земель России. – М.: РАСХН, 2001. – 216 с.
173. Саранин Е.К. Севообороты экологического земледелия. // Земледелец, вып. III. Немецко-Российский ежегодник по экологическому земледелию. Тула: «Филин», 1995. – 384 с.
174. Сдобников С.С. О периодическом обрачивании пахотного слоя почвы в системе безотвальной обработки. – Теоретические вопросы обработки почв. Л. Гидрометеиздат. 1968.
175. Сельскохозяйственный словарь-справочник. Под ред. А.И. Гайстера. М.-Л. Гос. изд. колхозной и совхозной литературы. 1934.
176. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России. Под ред. В.Ф. Мальцева и М.К. Каюмова. Ч. I и Ч. II, - М.: ФГНУ «Росинформгротех», 2002 – 544 с, 572 с.
177. Системы земледелия. Под. ред. А.Ф. Сафонова. М.: КолосС. 2006.
178. Снакин В.В. Экология и охрана природы: Словарь-справочник – М.: Academia, 2000, 384 с.
179. Соколов И.А. Базовая субстантивно-генетическая классификация почв. – Почвоведение. 1991, № 3. с. 107-121.
180. Соколов И.А., Кирюшин В.И., Золотарева Б.Н., Головлева Л.А. Конструирование устойчивых агроэкосистем. Пущино. 1993, 34 с.
181. Соколов О.А., Таргульян В.О. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент. // Изучение и освоение природной среды. – М.: Наука, 1976.
182. Сорокина Н.П. Структура почвенного покрова пахотных земель: типизация, картографирование, агроэкологическая оценка. Автореф. дисс. докт. с.-х. наук. М. 2003. 48 с.
183. Сорокина Н.П. Крупномасштабная картография почв в связи с агроэкологической типизацией земель. // Почвоведение. 1993, № 9.

184. Составление крупномасштабных почвенных карт с показом структуры почвенного покрова. Метод. рекомендации – М., Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1989, 56 с.
185. Сочава В.Г. Введение в учение о геосистемах - Новосибирск: Наука, 1978, 320 с.
186. Сурмач Г.П. Водная эрозия и борьба с ней. – Л.: Гидрометеиздат. 1976
187. Сычев В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь. М., 2003, 286 с.
188. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений. // Тимирязев К.А. Соч. – М.: Сельхозгиз, 1937. – Т.3. – 452 с.
189. Титлянова А.А., Кирюшин В.И., Охинько И.П., и др. Агроценозы степной зоны – Новосибирск: Наука, 1984.
190. Тихонович И.А. Теоретические основы и практические возможности экологизации сельскохозяйственного производства на основе микробно-растительного взаимодействия. – Проблемы интенсификации и экологизации земледелия России. М.: Россельхозакадемия, 2006. с. 56-77.
191. Точное сельское хозяйство. Под ред. Д. Шпаара, А.В. Захаренко, В.П. Якушева. Санкт-Петербург – Пушкин, 2009, 396 с.
192. Тулайков Н.М. Рецензия на книгу В.Р. Вильямса «Почвоведение, общее земледелие с основами почвоведения» Избр. Произведения. – М., Сельхозлитература. 1963. с. 91-267.
193. Тюрюканов А.Н., Федоров В.М. Вестник грядущего естествознания. – Почвоведение. 1996, №3, с. 243-249.
194. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства /Коллектив авторов: Н.В.Краснощёков, В.И. Кирюшин и др. – М., 1999, 515 с.
195. Указания по классификации земель. – М.: Агропромиздат, 1986.
196. Фокин А.Д. Устойчивость почв и наземных экосистем, подходы к систематизации понятий и оценок – Известия ТСХА, вып. 2, 1995, с. 71 – 85.

197. Фридланд В.М. Некоторые проблемы классификации почв. Почвоведение. 1979, № 7, с. 112-123
198. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова – М.: Мысль, 1972.
199. Фридланд В.М. Агропроизводственные группировки почв и их роль в улучшении использования земельных фондов. // Агрохимия. 1966. № 4.
200. Фрумин И.Л. Моделирование земледелия Южного Зауралья Под ред. В.И, Кирюшина – Челябинск, 2004, 286 с.
201. Фрумин И.Л., Шумских К.И. Сроки посева яровых зерновых на Южном Урале. / Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения: Сб. науч. тр. Вып. 2. ЧГАУ. – Челябинск. Изд-во ЧГАУ. 2000. – С.40-55.
202. Хеди Э., Диллон Д. Производственные функции в сельском хозяйстве. – М.: Прогресс, 1965. – 599 с.
203. Хеди Э., Кандлер У. Методы линейного программирования. – М.: Колос. 1965. – 447 с.
204. Хеди Э., Кандлер У. Линейное программирование. М., 1962. – 83 с.
205. Хитров Н.Б. Деградация почвы и почвенного плодородия: понятия и подходы к получению оценок. – Антропогенная деградация почвенного покрова и методы ее предупреждения: Тез. докл. Всероссийской конференции, т.1. – М., 1998, с. 8-10
206. Черняков Б.А. Калифорнийская модель аграрного сектора США. М.: Изд. «Энциклопедия российских деревень», 2007, 396 с.
207. Чупахин В.М., Андришин М.В. Ландшафты и землеустройство. – М.: Агропромиздат, 1989. – 277 с.
208. Шатилов И.С. Программирование урожайности: опыт и проблемы – Вестн. с.х. науки, 1987, № 10, с. 38 – 41.
209. Швебс Г.И. Концепция парагенетических ландшафтов и природопользование/ География и практика науки – М., 1988, с. 107 – 120.
210. Швебс Г.И. Контурное земледелие – Одесса: Маяк, 1985, 55 с.
211. Швебс Г.И., Лисецкий Н.Ф. Проектирование контурномелиоративной системы почвозащитного земледелия – Земледелие, 1989, № 2, с. 55 – 59.

212. Шевелуха В.С. Растительные ресурсы и устойчивость земледелия. / Земельная реформа и проблемы развития земледелия в СССР. Курск, 1992, с. 152-161.
213. Шептухов В.И., Решетина Т.В., Березин П.Н. и др. О совершенствовании оценки процессов деградации почв. – Почвоведение - № 7, 1997, с. 779-815.
214. Шишов Л.Л., Соколов И.А. Генетическая классификация почв СССР – Почвоведение, 1989, № 4, с. 112 – 120.
215. Шиятый Е.И. Методы оценки ветроустойчивости поверхности почв. // Защита почв от ветровой эрозии. – Алма-Ата: Кайнар, 1970, с. 15-18.
216. Шиятый Е.И. Основы защиты почв от ветровой и водной эрозии: / Почвозащитная система земледелия - А-ата Кайнар, 1985, с. 8 – 22.
217. Шиятый Е.И. и др. Методика составления проектов землеустройства сельскохозяйственных предприятий на агроландшафтной основе – Челябинск, 2000.
218. Юодис Ю.К. Бонитетная структура почвенного покрова Литовской ССР. // Структура почвенного покрова и методы ее изучения. М., 1973.
219. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. Учебник. – М.: Колос, 2002, 583 с.
220. Якушев В.П. На пути к точному земледелию. Санкт-Петербург, 2002, 430 с.
221. Якушев В.П., Якушев В.В. Информационное обеспечение точного земледелия. Сиб.: Изд ПИЯФ РАН, 2007, 384 с.
222. Auernhammer H. Precision farming the environmental challenge. Computers and Electronic in agriculture, 30, 2001, p.31-32.
223. Babcock B., Raster M.E., Kay R.D., Wellers J.A. Identifying least-cost sources of required fertilizer nutrients. / Am. J. Agric. Econ/ 1984/ № 66. Pp. 385-391.
224. Biodynamic Agricultural Association of Great Britain (BDAA), 2001, <http://WWW.anth.ors>; uk / biodynamic.

225. Bouma J Soil environmental quality: A European perspective // J. Environ. Qual.- 1997, V. 26, p. 26-31.
226. Dent L.B., Edwards-Jones G., McGregor M.J. Simulation of ecological, social and economic factors in agricultural systems. – 1995. № 49.
227. Diepen C.A., Rappold C., Wolf J. Kenlen H. Crop growth simulation model WOFOST. Documentation vorston 4.1. Wageningen, The Netherlands: Centr for World Food Studies, 1988, 299 p.
228. Hanks J., Ritehie. J. T. Modeling plant and soil systems. Agronomy (A series of Monographs.). Madison. Wisconsin USA: SSSA. Publishers, 1991, 544p).
229. Nix J. Farm management. The state of the art (or science). / J. Agric. Ecom., 1979, № 30, pp 5-16.
230. McBratney A.B., Whelan B.M., Ancey T., Bouma J. Future directions of Precision Agriculture. Precision Agriculture, 2005, P.7-23.
231. Van Lanen H.A.J. Qualitative and quantitative physical land evaluation: an operational approach. Doctoral thesis. – Agr. Un. Wageningen, 1991, 196 p.
232. Werner A., Ruth R., Kuhn at al Integrated management of soil and crop in precision agriculture. Programme book of the joint conference of ECPA-ECPLF. Wageningen, Academic Publishers, 2003.