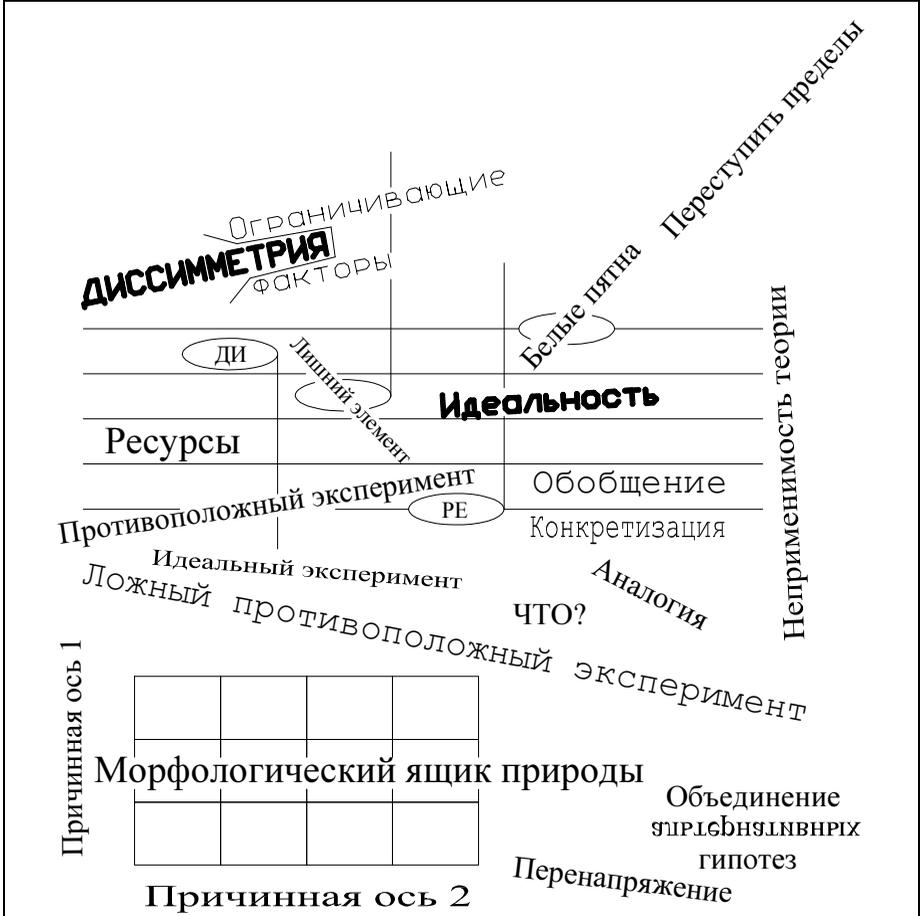


А.Н. Кондратьев

НОТЫ ОТКРЫТИЙ

Сборник статей по открывательству
за 1997-2003 года



Как делать открытия. Приемы решения научных задач
<http://subscribe.ru/catalog/science.natural.triz>

Томск
2006

Кондратьев Александр Николаевич.

НОТЫ ОТКРЫТИЙ.

Сборник статей по открывательству за 1997-2003 года.

Томск, 2006.

84 с.

В книге собраны статьи по открывательству за 1997-2003 годы.

Все эти статьи были написаны под воздействием общения с Волюславом Владимировичем Митрофановым, изучения его книги «От технологического брака до научного открытия» и в процессе совместной работы над компьютерной программой «Машина открытий».

«Ноты открытий» – так Волюслав Владимирович называет приёмы решения научных задач.

Показано объединение приёмов Митрофанова с подходами, предлагаемыми в рамках Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и других методологией, а также с собственными разработками. Книга состоит из трёх частей.

- В первой части приведены вводные статьи, по которым читатель получит общее представление о методе.

- Во второй части описана разработка конкретных приёмов: диссимметрия, противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент, «переступить пределы», морфологический ящик природы и других.

- В третьей части применение приёмов иллюстрируется решением научных задач в русловедении. Показывается продуктивное применение приёмов диссимметрия, объединение альтернативных гипотез и других.

Брошюра предназначена всем, интересующимся приёмами решения научных задач. Изложение доступно студентам. Рекомендуется специалистам естественных наук.

© Кондратьев А.Н., 1997-2003

Одному из моих учителей –
Волославу Владимировичу Митрофанову

Оглавление

Часть 1. Вводные статьи	4
1. Как делать открытия?	4
2. Обучение выдвижению гипотез при решении научных задач – реальность!	6
3. Письмо учителям об их великих учениках	8
Часть 2. Приемы решения научных задач	11
1. Набор рабочих инструментов естествоиспытателя (наброски)	11
2. Приёмы исследования природы	13
3. Свойства великой диссимметрии	16
4. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков	22
5. Противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент	26
6. Прием решения научных задач «Переступить пределы»	31
7. Морфологический ящик природы	34
8. Примеры и варианты использования определяющих «осей» явлений для решения научных задач (меандрирование, кавитация, гряды, кольцевые течения, циклон и др.)	42
9. Приём выведения общих правил (на примере причин меандрирования рек)	47
10. Что значит "доказать"?	50
Часть 3. Применение приемов решения научных задач в русловедении	57
1. Условия формирования русел	57
2. Приёмы решения научных задач в русловедении	59
3. Приёмы исследования природы в русловедении на разных стадиях научных представлений	63
4. Использование ТРИЗ для решения открывательских задач в науке о русловых процессах	66
5. Решение некоторых гидролого-морфологических противоречий	76
6. ТРИЗ и реки	79
7. Руслоформирующие факторы равнинных рек.	81
8. О гипотезах и причинах формирования русел	83
9. Три режима движения жидкости – ламинарный, турбулентный и кавитация	87

ЧАСТЬ 1. Вводные замечания

1. Как делать открытия?

(Опубликовано в книге: Учителям о ТРИЗ. Выпуск 4. Сборник методических материалов по преподаванию теории решения изобретательских задач. СПб., 2001, с. 193-195).

Хочу рассказать о необычном педагогическом проекте, в котором сейчас принимаю участие. Это специальная обучающая компьютерная программа с фантастическим названием “Машина открытий”.

Автором создаваемого “алгоритма открытий”, основанного на **приёмах решения научных задач**, является Волюслав Владимирович Митрофанов – друг и ученик автора ТРИЗ Генриха Сауловича Альтшуллера.

Более 25 лет В.В. Митрофанов возглавляет созданный им Международный университет научно-технического творчества и развития при Выборгском Дворце культуры и техники в Санкт-Петербурге.

Этот удивительный человек сделал за свою жизнь (трудно представить!) несколько открытий. Например, эффект Рассела был открыт в 1897 году, и В.В. Митрофанов смог его объяснить в 1975 году, эффект Тваймана был открыт в 20-е годы прошлого столетия, а В.В. Митрофанов его объяснил в 1990 году и т.д.

Перечисленными эффектами занимались многие учёные, но не смогли постичь их секретные причины. Почему?

После многолетней работы и успешного решения нескольких научных задач В.В. Митрофанов сформулировал для себя набор приёмов решения научных задач, которых любовно назвал “*нотами*”.

В 1998 году вышла книга “От технологического брака до научного открытия” [1], в которой описаны эти приёмы. Очень рекомендую прочитать эту книгу.

Она представляет собой прекрасный сплав увлекательного и понятного даже школьнику способа изложения и насыщенного фактами научного материала, пропитанного многолетним опытом В.В. Митрофанова. К сожалению, первый тираж этой книги полностью разошёлся. Мечтаем, что удастся выпустить второе издание этой замечательной книги.

Появилась идея создать компьютерную программу с двумя неразрывными целями.

Первая цель: в доступной форме, через диалог с машиной, научить будущего исследователя применять найденные приёмы для решения научных задач. А научиться решать задачи можно только решая их, как плавать – плавая!

Поэтому работа с программой будет представлять собой решение 40-60 настоящих научных задач: Гриффитса, Резерфорда и других. По ходу решения будут задаваться наводящие вопросы, подсказки, аналогии, чтобы обучающийся САМ мог пройти путь к открытию, а, может быть, – и найти свои оригинальные решения.

Приёмы (семь “нот”) вводятся по ходу решения задач (найдите диссимметрию, в чём эта диссимметрия внешне выражается?, рассмотрите превращения энергии в соответствии с принципом компенсации, сформулируйте противоположный эксперимент и т.д.).

Обучающийся сам применяет ноты и сам ищет и находит решения реальных научных задач. В процессе решения кроме удовлетворения от узнавания нового все получают возможность оценить себя: как я умею выдвигать гипотезы. Мы не исключаем – Вы сделаете первое открытие для себя, а затем, оценив его, возможно, и для всех. Всегда имеет место девиз: “Пошёл в Индию – открыл Америку!”

Вторая неотъемлемая цель этой программы – одновременно воспитать у обучающегося качества характера, необходимые для решения задач.

Это стержень программы. В.В. Митрофанов долго искал фундамент, на который можно такую программу поставить. И вот у него появился вопрос: “Почему я смог решить эти задачи, а они сотню лет не могли решить их?” *Что надо сделать*, чтобы озарение наступило быстрее, и вообще пришло, а не прошло мимо?

Волюслав Владимирович тщательно пересмотрел огромное количество человеческих качеств. И выделил около 40 таких основных свойств характера, которыми обладал он, и которые помогли ему сделать открытия в тех проблемах, которыми десятки лет занимались специалисты.

В книге С.Г. Бернатосяна “Воровство и обман в науке” [2] полностью подтверждается мысль по поводу свойств и черт характера различных учёных. При работе с программой ученик самостоятельно проследит за изменением своих качеств характера в процессе усвоения приёмов решения научных задач.

Считаем, что познание методики должно постепенно вселить в исследователя уверенность в своих силах. Победите себя, преодолите всё, что Вам мешает находить решение – лень, слабый дух, боязнь, сомнение, комплексы и приобретайте любознательность, упорство, смелость в мыслях и делах!

Эта программа может использоваться для обучения всех категорий пользователей: школьников, студентов, и, возможно, будет полезна и для опытных учёных.

На предварительном этапе программа включает:

- описание приёмов решения научных задач (7 “нот”),
- тексты подробных разборов 10 реальных уже решённых задач,
- таблица для самостоятельной оценки своих качеств характера,
- тест для объективной оценки типа личности и совет по выбору способов решения задач,
- два алгоритма решения научных задач для разных типов личности,
- терминологический словарь.

Работа над этой обучающей программой до настоящего времени ведётся на энтузиазме автора создаваемого “алгоритма” В.В. Митрофанова и его помощников.

На первый взгляд, предлагаемая идея – создать алгоритм открытия, может показаться необычной. Но именно это и именно сейчас мы сделали! Впереди разработка расширенного варианта программы.

Литература.

1. В.В. Митрофанов. От технологического брака до научного открытия. СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.
2. С.Г. Бернатосян. Обман и воровство в науке (Серия “Наука с чёрного хода”). СПб., Эрудит, 1998, 384 с.

2. Обучение выдвижению гипотез при решении научных задач – реальность!

(Опубликовано в сборнике: Научно-практическая конференция «Творчество во имя достойной жизни». Тезисы докладов, Петрозаводск, 2000, с. 44-45).

Теория решения изобретательских задач призвана помогать людям делать изобретения. Благодаря ТРИЗ сейчас уже достигнуты значительные реальные результаты в решении технических задач.

Но мало совершенствовать существующие технические системы, основанные на известных физических законах. Для создания новых технических систем и новых технологий необходимо – **учиться решать научные задачи!**

В отличие от бурно развивающейся ТРИЗ, с решением научных задач дело обстоит, наоборот, плачевно. Хотя потребность в приёмах решения научных задач перед исследователями стоит очень остро. Удивительно, что многие учёные даже не осознают, что нужно пользоваться специальными приёмами и алгоритмами для того, чтобы ускорить процесс прихода к открытию.

Я несколько лет искал действенные инструменты, при помощи которых можно было бы резко повысить производительность научной работы. И ничего не находил. Громом среди ясного неба оказалась для меня книга В.В. Митрофанова «От технологического брака до научного открытия». Она вышла в 1999 году очень скромным тиражом в 500 экземпляров и стала настоящим раритетом. Волослав Владимирович на основе своего многолетнего научного опыта вывел для себя и теперь обнародовал целый набор приёмов, при помощи которых можно метко задавать вопросы Природе и разгадывать её загадки. За свою богатую исследовательскую жизнь он сделал несколько научных открытий, ответил на вопросы, на которые десятилетиями не могли найти ответы опытные специалисты.

Мне было исключительно интересно попробовать при помощи этих приёмов решать свои научные задачи. И к моему глубокому удивлению быстро достиг интересных результатов. Хочу убедить и доказать на конкретном примере, что эти приёмы работают. И не просто работают, а значительно ускоряют поиск новых гипотез!

Используя приёмы решения научных задач, которых автор любовно назвал «нотами», я решил две научные задачи в геоморфологии, сделал за короткий срок для себя два открытия.

Основным бронебойным **орудием и ключом** для решения задач является всесильная **«Ди» – диссимметрия**. Она представляет собой мощный исследовательский инструмент. Именно при помощи диссимметрии (это диссимметрия реального и потенциального расхода донных наносов в реке) удалось объяснить загадку существования меандрирующих русел рек. Теперь я твёрдо уверен, что диссимметрия является движущей силой любого явления и процесса в природе и в мире.

Другой «нотой», при помощи которой мною решена группа геоморфологических задач, является **«Альт» – объединение альтернативных гипотез**. Объединив подходы двух главных русловых школ (нашей петербургской ГГИ и московской МГУ) удалось коренным образом продвинуть вперёд теорию русловых процессов. Совместное рассмотрение двух руслоформирующих факторов позволило избежать недостатков каждого из односторонних подходов.

Остальные «ноты» обеспечили быстрое продвижение к намеченной цели. Читайте эту замечательную книгу, используйте указанные в ней «инструменты и технологию» и успешно решайте свои научные задачи!

Тем, кому не удалось приобрести или разыскать книгу В.В. Митрофанова «От технологического брака до научного открытия», не стоит огорчаться. Для них творческой группой под руководством Волослава Владимировича создана первая версия компьютерной программы по обучению выдвижению гипотез под оригинальным названием «Машина открытий». В ней любой пользователь ПК найдет не только описанные в книге приёмы решения научных задач, но и специальные методики по повышению КПД научной деятельности.

Программа включает в себя несколько взаимосвязанных блоков:

1. **Самооценка** и объективная оценка качеств характера пользователя. Это стержень программы. Для решения задачи нужно не только знать, как её решать, но и быть уверенным, что можешь решить задачу. Формирование этой уверенности – цель этого блока!
2. Знакомство с **приёмами решения научных задач**. Разбор десяти реальных научных задач, на которых подробно показана эффективность применения указанных приёмов.
3. **Алгоритм решения научных задач**, при помощи которого можно самому реально пробовать выдвигать гипотезы по решению научных задач.
4. **Справка** по использованию программой и приёмам («нотам»).

В перспективных планах по развитию программы «Машина Открытий» у создателей намечен такой план:

- значительно расширить программу за счёт увеличения количества решённых задач по предлагаемому алгоритму,
- модернизировать алгоритм,
- расширить программу новыми блоками,
- перевести программу на английский язык,
- создать подробное руководство для пользователя «Машины открытий»

3. Письмо учителям об их великих учениках

(Опубликовано в сборнике: Учителям о ТРИЗ. Выпуск 5. Сборник методических материалов по преподаванию теории решения изобретательских задач. СПб, 2003).

К сожалению, я не педагог. И поэтому не могу представить на ваш суд подробную методику уроков, в которой расписано, что и когда сказать детям, а когда – показать. Эти записки я пишу для вас, дорогие учителя, а вы уж подумайте сами, как это можно применить в вашей самой достойной профессии.

Речь идёт о методике открытий. Или о методике открывательства, методике решения научных задач. Или это можно назвать решением исследовательских задач.

Наверное, большинство предметов в школе связано именно с открытиями и естествоиспытательством. Почему же мы нашли именно ТРИЗ, и старательно преломляем эту теорию решения изобретательских задач, которую некоторые недоброжелатели называют «железной»?

Ведь, согласитесь, что на самом деле нам нужна теория открытия или алгоритм поиска решения открывательских задач (АПРОЗ)? Да.

И, кстати, такой алгоритм существует [3]. Его создал «великий восточный ТРИЗор» из Владивостока Анатолий Васильевич Лимаренко.

А на другом конце нашей великой страны, в Санкт-Петербурге, творит другой титан, апостол Альтшуллера – Волюслав Владимирович Митрофанов. Недавно он написал книгу «От технологического брака до научного открытия» [5], в которой описывает найденные им приёмы решения научных задач. А последнее время он занят поистине удивительным делом – созданием «Машины открытий» [4].

Также стоит упомянуть классические работы Г.С. Альтшуллера, Б.Л. Злотина, А.В. Зусман и В.И. Филатова [1, 2]. Первая из них была написана автором ТРИЗ ещё в 1960 году. В списке работ Генриха Сауловича, выпущенном в Фонде литературы по ТРИЗ при Челябинской областной универсальной научной библиотеке, эта работа числится под номером 5 в ряду более 500 его работ. А в самой полной в настоящее время, на мой взгляд, книге [2] имеется алгоритм решения исследовательских задач. Он тесно связан с ТРИЗ и включает шаги: формулировка исходной исследовательской задачи (противоречие), формулировка обращенной задачи, поиск известных решений (аналогия), ресурсы, поиск нужных эффектов, поиск новых решений, формулировка гипотез, развитие решения.

Валентина Николаевна Журавлева – жена и соратник Генриха Сауловича – в одном из выпусков рассылки Фонда-Архива Г.С.Альтшуллера пишет: «Г. Альтшуллер проводил заочные семинары, отработывал свои материалы для новой книги “Алгоритм открытия”. Поэтому он хотел провести в 1999 году суперсеминар для корифеев ТРИЗ и предоставить им новый материал по ТРИЗ».

Какой вывод? Мысли об алгоритме открытия пронизывали жизнь Альтшуллера с начала и до самого конца. Я подозреваю, что Альтшуллер хотел сделать алгоритм открытия. Но работа с алгоритмом изобретения захлестнула, и была покорена эта вершина – изобретательство. И, конеч-

но, спасибо той благодатной почве, на которой выросла ТРИЗ – патентному фонду.

Об этом же пишет и П.Р. Амнуэль: «Когда-то и я занимался этой проблемой – попытками прогнозирования открытий. Обсуждал разные идеи по этому поводу с Г.С. Альтшуллером и даже написал кое-что еще лет тридцать назад, но продолжить не удалось, были другие дела. Г.С. попросил сделать пособие по развитию творческой фантазии, чем я и занялся».

Теперь понятно, почему в педагогике мы используем достижения ТРИЗ.

Внимание! Уже можно переходить на использование методики открытий. Первые этажи этого здания заложены. Вот основные положения:

1) Причиной каждого явления есть некая диссимметрия (разность, неравенство, несоответствие и т.п.).

Руководство к действию: видишь диссимметрию – ищи явление, которое этой диссимметрией порождается. Видишь явление – ищи диссимметрию, она – причина.

В результате ребята младших классов познакомятся с понятиями «причина» и «диссимметрия», а старшие будут учиться искать причины в естественных дисциплинах и убеждаться, что каждая причина – это диссимметрия. Причина ветра – разность давлений, рука сгибает из-за разности сил в мышцах, электрический ток и т.д.

2) На каждую причинную диссимметрию имеются ограничивающие факторы. Ограничивающий фактор – это то, что не даёт или, по крайней мере, мешает проявиться действию причины.

Например, действующая причина – сила притяжения Земли. А почему тарелка на столе не летит к центру Земли? Потому что действует ограничивающий фактор – стол. Если ограничивающий фактор не будет влиять на тарелку, то она полетит вниз и встретится с другим ограничивающим фактором – полом.

3) Для выявления причинной диссимметрии необходимо провести (или найти готовый в природе) так называемый противоположный эксперимент. Суть противоположного эксперимента заключается в том, чтобы добиться нового результата, когда все факторы, кроме одного, остаются без изменений, а один изменяется. Эксперимент будет противоположным, если результат резко изменился. Тогда можно считать, что этот изменённый фактор является причиной.

4) Следующее фундаментальное понятие, которое вводится в методику открывательства, это объединение альтернативных гипотез. Это рабочий приём, при помощи которого ребята знакомятся с многофакторностью, многопричинностью окружающих явлений. По краткому правилу А.В. Лимаренко в природе чаще бывает не «или – или, а и – и».

В современной науке сейчас действительно эффективно использование объединения альтернативных гипотез. То есть объединение необъединимого. На самом деле противоречивые подходы чаще оказываются взаимно дополняющими.

Я сам наблюдаю сейчас соединение взглядов в науке, которой занимаюсь, – русловедении. Приверженцы разных школ, проповедующие

каждый свой главный руслоформирующий фактор, идут на сближение и объединение.

Думаю, что можно применять этот приём на Вашем уроке по любой теме, чтобы расширить кругозор учеников, дать им подсказку, чтобы они мыслить шире и свободнее.

Или Вы до сих пор думаете, что в науке уже давно всё открыто? И в учебниках написан единственно правильный и окончательный «научный» взгляд на все явления природы? Бросьте! Уверен, что если бы Вы так думали, то не читали бы сборник «Учителям о ТРИЗ».

Пусть ребята пофантазируют и придумают новые объяснения природным явлениям. Любому явлению, какому захотят, тому, который они исследуют на Вашем уроке. Тогда через десяток лет они по-настоящему сделают великое научное открытие. Вашими учёными-учениками будет отменено старение и изобретена телепортация, будет найдено средство управления погодой и ещё то, о чем мы пока не знаем.

Главное, в чём я полностью и искренне уверен, это то, что так и будет. Великие учёные – это Ваши ученики.

Им просто больше неоткуда взяться.

Ну как, дорогая читательница, Вам захотелось подробнее узнать о 7 нотах Митрофанова? «7 нот» – это так любовно называет Волюслав Владимирович приёмы исследования природы.

Конечно, захотелось! Первым делом раздобудь его книгу и компьютерную программу. С книгой будет тяжелее. Она очень быстро разошлась и через пару лет после издания стала раритетом. А вот программу получить легко. Стоит только написать самому Волюславу Владимировичу или даже позвонить ему. Номер телефона Вы можете узнать у идейного вдохновителя этого сборника «Учителям о ТРИЗ» Валентины Борисовны Крячко.

Кстати, а где Вы эту книгу раздобыли? У самой Валентины Борисовны? Прошу Вас, посоветуйте этот сборник Вашему педагогическому коллективу.

Желаю Вам больших успехов и любознательных учеников!

Литература.

1. Альтшуллер Г.С. Как делаются открытия: (Мысли о методике научной работы) / Г.С. Альтшуллер, - Баку, 1960. - 12 с. - Деп.в ЧОУНБ 11.07.1989 № 685.
2. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач). Кишинев. Картя Молдавеныскэ, 1989, 381 с.
3. Лимаренко А.В. Алгоритм поиска и решения открывательских задач // Журнал ТРИЗ, № 1, 1997, с. 36-42.
4. Машина открытий. Компьютерная программа. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2000610103.
5. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.

ЧАСТЬ 2. Приемы решения научных задач

1. Набор рабочих инструментов естествоиспытателя (наброски)

(Публикуется впервые).

Большинство понятий и рабочих приёмов взято из работ Митрофанова, Лимаренко, Альтшуллера, Кузьмина, Пургина, Злотина, Зусман, Мурашковского, Пашенко.

Система – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство.

Явление – изменение или состояние (последствия изменений) системы.

Цели научного исследования: понять причины явления, научиться прогнозировать развитие явлений, уметь управлять развитием явлений.

Причинность. Каждое явление имеет свою причину.

Динамическое равновесие. Каждое явление проходит через различные стадии, характеризующиеся динамическим равновесием, то есть состоянием, когда воздействие внешних факторов не приводит к смене его вида.

Диссимметрия. Причиной каждого явления есть некая разность (неравенство, несоответствие и т.п.). Ищешь причину – ищи диссимметрию, видишь диссимметрию – ищи порождаемое ею явление.

Компенсация. Система ответно реагирует на воздействие движущей диссимметрии таким образом, что диссимметрия уменьшается.

Инерция. Часто явление – это результат компенсации причины, которая действовала ранее.

Причинно-следственная цепочка. Каждое порождённое явление в свою очередь является причиной других явлений.

Принцип компенсации. Порождаемых новых явлений может быть несколько. По сумме они соответствуют первоначальному воздействию. Ищи ещё другие порождаемые явления.

Родственные явления – явления, порождаемые одной причиной (диссимметрией), при разной степени этой диссимметрии. Ищи родственные явления и затем их общую причину. Бесперспективно искать причину одного явления.

Классификация. Собрать коллекцию всех родственных явлений.

Противоположные явления. У каждого явления существует противоположный ему, у которого знак диссимметрии противоположный (а также есть ещё средний вариант, когда диссимметрия равна 0).

Утверждение **наоборот**. Сформулируй полученную формулировку причины (ди) с частицей «не» (несколько вариантов).

Причинная ось. При различных значениях диссимметрии явление проявляется в различных формах. Эти родственные явления выстраивай по такой причинной оси.

Белые пятна. В случае, если известные родственные явления, выстроенные по определяющей оси, не заполняют весь её диапазон, значит существуют другие родственные явления, которые или ещё не открыты, или традиционно не рассматриваются в этой отрасли науки.

Переступить пределы. Рассмотреть экстремальные значения причинной диссимметрии: что меньше меньшего? больше большего? Аналогично с белыми пятнами.

Лишний элемент. Случай, когда родственные явления не удаётся разместить на выбранной причинной оси. Толчок к поиску других причинных осей.

Объединение альтернативных гипотез. Обычно большинство гипотез, объясняющих генезис родственных явлений, одновременно верны. Даже в случае их внешнего несогласия. Объединяйте противоположные взгляды.

Объединение ортогональных осей. Рассматривать одновременное воздействие нескольких факторов (каждый из них – ди).

Таблица (Морфологический ящик). Построить несколько таблиц с сочетаниями различных причинных осей.

Первый эксперимент: имеющиеся эксперименты.

Противоположный эксперимент. Для поиска причинной оси проведи (или найди уже готовый) противоположный эксперимент. Это такой эксперимент, при котором все факторы неизменны, а меняется только один. Противоположный эксперимент получится в том случае, если следствие резко изменится по сравнению с первым экспериментом.

Ограничивающий фактор – пассивный фактор, который самостоятельно не воздействует на следствие (изделие), но не даёт проявиться воздействию причинной диссимметрии. Ограничивающий фактор сам является диссимметрией.

Ложный противоположный эксперимент. Противоположный эксперимент может не сработать при значительном воздействии ограничивающих факторов.

Перенапряжение – состояние, при котором сдерживающее воздействие ограничивающего фактора больше причинной диссимметрии.

Переход количества в качество – превышение действующей диссимметрии через сдерживающее действие ограничивающих факторов, что приводит к новому явлению.

Идеальный эксперимент – такой противоположный эксперимент, в котором действие ограничивающих факторов минимально. Идеальный эксперимент сам наглядно показывает порождающую причину.

Инструмент – изделие. Выясни, что в рассматриваемых явлениях причина, и что следствие.

Ресурсы. Порождающая причина имеется на том же системном уровне (здесь, рядом). Ищи!

Что? Полезный вопрос для поиска ресурсов: «что нужно сделать, чтобы это получить?».

Противоречие. Сформулируй противоречие: «явление не должно быть, а оно есть».

Рисунок. Сделай рисунок. Сделай рисунок в динамике.

Принцип эмерджентности. Причина лежит на том же системном уровне, что и само явление. Бесперспективно искать причину в надсистеме или подсистеме.

Обобщение. Найденное объяснение всегда можно обобщить. Например, правило «X является причиной Y», можно обобщить, заменив конкретные X и Y на более общие формулировки.

Постулат. На основе нескольких последовательных обобщений одного конкретного правила сформулируй постулат.

Конкретизация. На основе постулата получи аналогичные закономерности для явлений в других областях науки.

Аналогия. Ищи похожие 1) явления, 2) причины, 3) следствия, 4) закономерности.

2. Приёмы исследования природы

(Опубликовано в сборнике: Научно-практическая конференция «Творчество во имя достойной жизни». Тезисы докладов, Новгород, 2001, с. 100-102).

В.В. Митрофанов в своей книге [13] представил систему приёмов решения научных задач («7 нот»). В книге они описаны на интереснейшем фактическом материале. Эти приёмы родились в результате многолетней работы и успешного решения конкретных научных задач. Приёмы использовались и используются в той или иной интерпретации другими исследователями.

Ценность книги Митрофанова состоит в том, что в ней доходчиво объединён, обобщён и проиллюстрирован мощный набор приёмов работы исследователя природы.

Это приёмы: диссимметрия, объединение альтернативных гипотез, ресурсы, принцип компенсации, принцип эквивалентности, противоречие, противоположный эксперимент, идеальный эксперимент, законы, перенапряжение.

Арсенал ТРИЗ многократно использовался для решения исследовательских задач и другими исследователями [1, 3, 4, 11, 12 и др.]. В знаменитой статье автор ТРИЗ перечислил значительный набор приёмов решения научных задач [1]. В более поздней книге изложен алгоритм решения исследовательских задач, основанный на превращении исследовательской задачи в изобретательскую, с дальнейшим применением всего арсенала ТРИЗ с основным уклоном на использование ресурсов [3, с. 351-352].

В отличной статье А.В. Лимаренко подробно представлено использование принципов системного подхода и общих философских законов для поиска и решения открывательских задач [12].

Кроме инструментов при решении любых задач также свою роль играют и другие обстоятельства: мотивация, интуиция, опыт, озарение,

смелость в мыслях и делах, наличие достойной цели, вера в себя, случай и др. [2, 13]. То есть не только «знаю как!», но и «хочу, могу, уверен!»

Правоммерно деление открытий на открытия явлений и открытие закономерностей [1, 11, 12]. Каждый из этих видов открытий может иметь свои особые или общие приёмы решения.

В.В. Митрофанов также выделяет приёмы доказательства гипотезы: противоположный эксперимент и идеальный эксперимент [13].

Обобщение различных подходов к решению научных и других творческих задач позволило выделить большой арсенал всевозможных инструментов, правил, приёмов [1, 3–7, 9, 10, 12, 13]:

Приёмы выбора задачи (обнаружение явления).

1. Аномалия. «Обрати внимание! Это не объяснено!». Все смотрят, но не видят. Это, скорее, психологический приём. Чем более известно явление, тем труднее его заметить. Пример: объяснение Митрофановым старения счётчика Гейгера [13].

2. Причинная ось. «Выстрой по порядку». А) Белые пятна. «Посмотри, где дырки». Б) Лишний элемент. «Что не лезет на эту ось?» В) Выход за границы «Что ещё более? Что -ее -ея?» (ламинарнее ламинарного [10], твёрже твёрдого)

3. Объединение похожих явлений, процессов. «Сформулируй явление, опусти существительное, оставь действия, признаки, качества. Что ещё обладает таким же действием и т.п.? Не оно ли?»

4. Разделение явления. В одном – много. «Раздави, разбей, расщепи!»

Приёмы решения задачи (обнаружение закономерности).

1. Увеличить количество фактов.

2. Диссимметрия. Знаешь, что искать: «1) Есть диссимметрия – ищи явление», 2) «Есть явление – ищи диссимметрию!». Примеры: эффект Тваймана [13], меандрирование рек [8], образование извилистых форм рельефа [6].

3. Объединение альтернативных гипотез. Многофакторность, многомерность. «Объединяй не объединяемое. Выстрой на 2 оси! на 3 оси!». Примеры: объединение различных руслоформирующих факторов, различные режимы движения жидкости [7].

4. Неприменимость теории. Примеры: формула Шези для сопротивления, число Рейнольдса для определения режима жидкости [10].

5. Эмерджентность (многоэкранный системный оператор). Каждый структурный уровень развивается по собственному закону, отличному от законов развития элементов системы.

6. Ресурсы. Переход в изобретательскую ситуацию [3]. «Что (надо сделать ...)? [13].

7. Аналогия.

Приёмы доказательства гипотезы.

1. Противоположный эксперимент. Суть этого приёма заключается в проведении, по крайней мере, двух экспериментов при выполнении условий: 1) в экспериментах изменяется только один параметр, 2) резуль-

таты экспериментов значительно различаются между собой («противоположны»).

Противоположные эксперименты могут уже иметься при рассмотрении поставленной задачи. В этом случае не надо специально проводить эксперименты, достаточно их «увидеть», то есть показать, что в имеющихся результатах выполняются условия, указанные выше. «Противоположным экспериментом» может быть не только эксперимент, а, например, «противоположная натура». Это происходит в науках, где нет возможности провести активный эксперимент, а требуется всё-таки найти противоположные проявления рассматриваемого явления.

2. Ложный противоположный эксперимент. Существуют два класса «причин» явлений: Первый класс – причины главные, настоящие, действующие, активные, обуждающие; и второй класс – условия проявления главных причин, ограничивающие факторы, поле деятельности главных причин, тиски, рамки и т.п. Первый класс является движущей силой к проявлению явления, а второй класс является ограничивающим фактором для проявления действия настоящей причины. Пример: разделение меандрирующих рек по степени воздействия активного и пассивного фактора [9]. С этим приёмом тесно связан следующий:

3. Перенапряжение. «Рамки, тиски, поле деятельности, стой, сюда нельзя!» Важно различать движущие причины и ограничивающие факторы.

Приведённый выше список приёмов обнаружения явлений, решения задач и доказательства гипотез является далеко не полным. Представлен субъективный набор наиболее частых и эффективных методов. В своей научной деятельности наиболее активно я использовал приёмы: диссимметрия [6, 8, 10], объединение альтернативных гипотез [7] и противоположный эксперимент [9].

Диссимметрия является причиной природных процессов. Постоянное использование этого приёма, а, точнее сказать, сущности природы, значительно повышает эффективность научной работы. Диссимметрию можно считать не приёмом изучения природы, а идеологией самой природы. Нам нужно лишь её принять, разобраться в ней и использовать.

Объединение альтернативных гипотез считаю очень продуктивным. В своей работе я целенаправленно применял этот подход и получал интересные результаты. Учёные описывают природу каждый от себя, формируют школы, спорят и т.д.; природа многофакторна по своей сути. Объединение необъединимого эффективно в использовании.

Используйте приёмы обнаружения явлений, решения задач и доказательства гипотез.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Как делаются открытия: (Мысли о методике научной работы) / Г.С. Альтшуллер. - Баку, 1960. - 12 с. - Деп. в ЧОУНБ 11.07.1989 № 685.
2. Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности. – Минск: Беларусь, 1994. – 479 с.
3. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач). Кишинев, Картя Молдавеныскэ, 1989, 381 с.

4. Гитин А.В. Методы сильного мышления / Учителям о ТРИЗ. Выпуск 4. СПб, 2001, с. 11-37.
5. Знаменская Н.С. Гидравлическое моделирование русловых процессов. Л., Гидрометеоздат, 1992, 240 с.
6. Кондратьев А.Н. Извилистые формы рельефа и разность – причина их образования / Морфология рельефа. Материалы Иркутского геоморфологического семинара, Чтений памяти Н.А. Флоренсова. Иркутск. 1999. с. 47-48.
7. Кондратьев А.Н. Объединение альтернативных гипотез на формирование русел / Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. V конференция. Труды. М., 1999, с. 312-315.
8. Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков // Известия АН. Серия географическая, 2000, № 4, с. 42-44.
9. Кондратьев А.Н. Противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент / А.Н. Кондратьев. - Ильичево, 2001. - 5 с. - Список лит.: с.5 (5 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 21.05.01 № 2662
10. Кондратьев А.Н. Три режима движения жидкости – ламинарный, турбулентный и кавитация // 2-ая Международная научная конференция «Актуальные проблемы современной науки». Самара, 2001.
11. Кузьмин К.И., В.Т. Пургин. Приёмы поиска новых явлений, Петрозаводск, 1991, 5 с., (001.894.068 К89). Рукопись деп. в ЧОУНБ № 1284.
12. Лимаренко А.В. Алгоритм поиска и решения открывательских задач / Журнал ТРИЗ, № 1, 1997, с. 36-42.
13. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия, СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга. 1998, 395 с.
14. Швецбс Г.И. Теоретические основы эрозиоведения. Киев; Одесса: Вища школа, 1981, 223 с.

3. Свойства великой диссимметрии

(Публикуется впервые)

Итак, нам уже известен постулат великой диссимметрии. Коротко его можно записать так:

“Если существует диссимметрия (разность, неравенство, отношение) между частями системы и обеспечивается взаимодействие между этими частями, то должен быть некий эффект” [1].

Вы уже познакомились с действием этого постулата на примерах эффекта Тваймана и меандрирования рек.

- В эффекте Тваймана происходит изгиб пластины, противоположные плоскости которой обработаны различно: одна сторона у неё шлифованная, а другая – полированная. Именно диссимметрия является причиной изгиба. Это диссимметрия сил поверхностного натяжения на разных сторонах пластины.
- Реки бывают прямые и извилистые. Опять же именно диссимметрия является причиной такой извилистости рек – меандрирования. Это диссимметрия между тем количеством наносов, которые может транспортировать река, и тем количеством, которое приходится реке транспортировать.

Самое главное, что нужно твёрдо уяснить, это то, что **диссимметрия является причиной всех явлений во Вселенной.**

Вот примеры разных диссимметрий, которые являются причинами некоторых явлений и процессов:

- Вы сгибаете руку – это диссимметрия напряжения мускул с разных сторон руки привела к этому.
- Дерево зацветает только тогда, когда разность температур вершины и корней приведёт к току соков.
- Проницаемость любых мембран происходит только под действием разности давлений. Так происходит обмен в биологических клетках.
- Любое Ваше действие обусловлено несоответствием между Вашим желанием и действительностью. Вы хотите уменьшить это несоответствие, уменьшить диссимметрию.
- Можно даже сформулировать диссимметричную «формулу счастья» – несоответствие между желаниями (во всём!) и реальностью порождает неудовлетворённость – несчастье. А уменьшение такого несоответствия приводит к счастью.

В каждом из этих примеров, как и во всём остальном в нашем мире, причиной явлений есть диссимметрия.

Подумайте о том, что происходит сейчас перед Вашими глазами. Или даже просто лежит, или висит, или течёт, или падает. Диссимметрия между чем является причиной этого явления?

Помните, что диссимметрия может проявляться в самом широком смысле: “светлый-тёмный”, “больше-меньше”, “есть-нет”, “хочу-не могу”, “лево-право”, “100-1” и т.д.

Итак, зная о всеобщей причинности диссимметрии, как можно сформулировать советы по поиску новых явлений и объяснению их причин?

Возможно, так:

1. Если существует некая диссимметрия (разность, отношение, неравенство, несоответствие, хиральность, полярность), то ищи производимый этой диссимметрией эффект;

2. Если есть некий эффект, и ты ищешь его причину, то ищи диссимметрию, именно она является причиной.

Получается мощный рывок вперёд: **знаешь, что искать.**

Пожалуйста, остановитесь и перечитайте ещё раз сформулированные выше советы по поиску новых явлений и объяснению их причин.

Подумайте, к чему приводит диссимметрия в освещённости Солнцем двух сторон Земли, одна из которых обращена к Солнцу?

А теперь подумайте, почему дороги в горах делают (или они “получаются”) серпантином? Какая диссимметрия, разность между чем приводит к этому?

Для решения этой задачи вспомните об извилистом мозге и об извилистом кишечнике. Надеюсь, что эти аналогии помогут придумать гипотезу о причинах извилистости дорог и других извилистостей.

Итак, теперь мы вооружены новым секретным оружием:

- 1) Видишь диссимметрию – ищи эффект;
- 2) Есть эффект – его причина диссимметрия.

Очень надеюсь, что эти простые истины постепенно входят в Вашу кровь, и Вы уже подсознательно будете использовать их в жизни. Спасибо!

А сейчас у нас с Вами другая цель.

Проследите, пожалуйста, за нашими рассуждениями.

Диссимметрия (неравенство, несоответствие и всякие другие **не...**) являются причиной любого явления.

Говорим это спокойно и уверенно. Вот она простейшая формула Вселенной:

$$X1 - X2 = ВСЁ.$$

И в то же время нельзя выбрасывать из рассмотрения и **равенство!**

Во-первых, равенство – это частный случай неравенства, что уже само по себе хорошо! То есть наблюдая некоторое **равенство**, мы теперь будем вспоминать о **неравенстве** и именно его искать: “*А не было ли здесь раньше перед равенством X некоего неравенства этих X ?*”

Это подсказка для себя.

Во-вторых, самое главное, равенство – это **цель** каждого неравенства. Именно стремление неравенства к равенству и является причиной каждого явления.

То есть, в каждом неравенстве заложена сжатая пружина, это тети-ва лука, это пуля, летящая в притягательное равенство. А вектор неравенства направлен не куда попало, а в самое яблочко – в равенство.

Теперь, кроме того, что мы знаем, что неравенство (диссимметрия) будет производить некий эффект, мы ещё знаем – и куда именно это неравенство будет толкать процесс – в сторону уменьшения этого неравенства.

Как Ваше мнение?

Природа подсовывает нам разные виды загадок. Можно их разделить на ДО и ПОСЛЕ.

ДО (диссимметрия): Иногда она нам преподносит ярко выраженную диссимметрию (например, хорошо нагретую банку и холодную воду) мы говорим: “Ого-го – диссимметрия, конечно, сейчас банка лопнет”. А когда банка лопается, это для нас уже не сюрприз.

ПОСЛЕ (реализованная диссимметрия): согнутая рука, или сломанная палка или ещё что-то готовое, результат. Кстати, меандрирование рек именно к такому типу загадок и относится. Мы уже видим готовую, извилистую реку. Очень важно, что у такой, извилистой реки, уже нет той диссимметрии, которая её породила, есть лишь сама извилистость реки, как результат.

Как у согнутой руки. Вот был момент, когда было несоответствие – напряжение мускулов, но в ту микронную долю секунды диссимметрия была, действия не было, затем – всё! – рука согнута, результат есть, а причины, её породившей нет. Также и со сломанной палкой. Она уже сломана, результат есть, а причины уже нет.

Или солитон – диссимметрии уже нет. Диссимметрия важна не сама по себе, а, помните, это тети-ва лука, а неё есть вектор, то есть и сила, и направление. Не менее важна и сестра диссимметрии – симметрия, которая неумолимо влечёт диссимметрию к себе, и никуда более. Диссим-

метрия разрешается бременем в нуле, показывая нам результат. Мы видим результат, диссимметрия уравнилась, но результата не было бы без породившей его диссимметрии. Такие явления типа ПОСЛЕ (реализованная диссимметрия) – сломанная палка, взорванная бомба, извилистая река, солитон, изогнутая пластина.

Давайте на один и тот же пьедестал воздвигнем два великих инструмента нашего познания.

Первый: диссимметрия – громобойный удар, разящая сила, потенциал.

Второй: равенство – цель удара, результат, лепёшка, появившаяся в результате диссимметрии.

Первый – замах, второй – шлепок.

Первый – рычание, второй – укус.

Первый – пуля, второй – труп.

Всегда помним, что мы можем увидеть перед собой любой набор: и одного брата, и второго, хорошо, если оба сразу. Но мы говорим: “Ленин”, подразумеваем “Партия”.

Сначала нам кажется, что на своём пьедестале познания диссимметрия и симметрия перепутаны замысловатым клубком. Давайте приглядимся внимательнее. Как Ваше мнение? Да, только одно направление, только на уменьшение диссимметрии направлен единый бесповоротный луч.

Диссимметрия и симметрия неразрывно связаны одним прямым лучом – от диссимметрии к симметрии! (Или лучше говорить “к нулю”? Давайте подумаем.)

То есть одинаково правы и те, кто боготворит симметрию, и те, кто готов всё отдать за диссимметрию. Ведь Вам известно, наверное, какую значительную роль играет симметрия в различных науках: биологии, кристаллографии, оптике, астрономии и т.д. и т.п.

Двуликий Янус.

Ноль и бесконечность уже в наших руках.

Что ещё есть?

А нет ли здесь троицы?

Рассмотрим пример возникновения извилистости ткани. Этот пример предложен предпринимателем П.Б. Хуршудовым. Представим движущийся ленточный транспортёр, на который с барабана разматывается полотнище ткани.

1) В случае если скорости движения транспортёра и поступления ткани будут не соответствовать друг другу, а именно – с барабана ткань будет разматываться слишком быстро, на транспортёре ткань в результате будет собираться в складки.

2) Представим теперь, что на транспортёре есть некие зацепочки, с помощью которых двигается ткань. Или, например, такие выступы, как в фотоаппарате, которые протягивают плёнку. Теперь, если с барабана ткань будет подаваться медленнее, чем двигается транспортёр, то в результате ткань будет разрываться.

3) При равенстве скоростей движения транспортёра и разматывания ткани она будет равно ложиться на транспортёр.

Почему разность (или равенство) одних и тех же скоростей приводит к трём качественно разным эффектам – 1) складкам, 2) лохмотьям или 3) ровной такни?

Как Вы думаете?

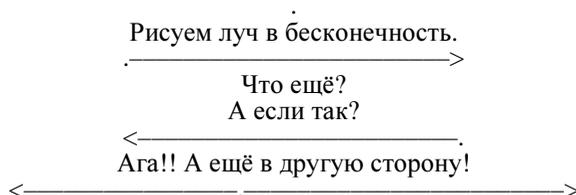
В первом случае “могу транспортировать” < “приходится транспортировать” – разрыв

Во втором случае “могу” > “приходится” – складки.

Эта разность между одним и тем же, вроде бы одна и та же разность.

Но разная разность.

Ноль. Ставим точку:



Конечно, может быть частный случай, когда у нас диссимметрия (разница), приводящая к нашему эффекту, это диссимметрия между **одним и тем же**. В этом случае противоположного эффекта не будет заметно. Точнее, он будет тот же. То есть одинаково – хоть $x_1 < x_2$, хоть $x_1 > x_2$.

Например,

В эффекте Тваймана обе стороны взаимозаменяемы. Перевернём пластинку, обработаем наоборот, всё равно изгиб, нет нового качества.

Или рассмотрим газ, разделённый мембраной. Эффект будет один и тот же: всё равно, давление, слева больше – газ двигается направо. Или давление справа больше, чем слева – двигается налево, а качественного различия нет.

А теперь – наоборот.

Например, Вы хотите иметь много денег, а денег нет. Диссимметрия приводит к неким специфическим эмоциям и стремлению зарабатывать деньги. А если, напротив, у Вас слишком много денег, они обременяют, хочется поменьше, тоже проблема, и тоже стремление сравнять желаемое и имеющееся, но действия другие!

Здесь “хочу” > “имею” и “хочу” < “имею”.

То есть прямое и противоположное действия могут быть качественно различными между собой.

Опять про дерево: наверху, в ветках +30°C, в земле +10°C. Дерево зеленеет, а наоборот, в ветках -10°C, в земле +10°C. Дерево желтеет.

В реке слишком много наносов (река может перемещать меньше наносов, чем в неё поступает) – появляются острова, в реке слишком мало наносов – река начинает извиваться.

Существуют три качественно разных состояния.

$X > Y$, $X = Y$, $X < Y$.

Увидев один из них, надо вспомнить и о других.

Например, предмет лежит на столе (взаимодействует нижней частью) – сжатие, люстра висит (взаимодействует верхней частью) – растяжение. Остальные условия взаимодействия тела и опоры одинаковые.

А эффекты – противоположные!

Давайте порадуемся. В наших руках уже не отвёртка, а набор отвёрток у нас в руках.

Используйте этот замечательный набор в своей работе.

Подумайте, какая диссимметрия является причиной существования вещества? Как Вы думаете, та же ли самая причина (диссимметрия) является причиной существования поля? Может быть в веществе $X=Y$, а в поле $X>Y$? Что будет, если $X<Y$? Какое-то третье состояние материи? Какое? Пожалуйста, подумайте над каждым вопросом хотя бы по 10 секунд.

А теперь давайте вспомним наш маленький частный пример разности, являющейся причиной образования меандрирующих (извилистых) рек. Он является примером к частному случаю всеобщего постулата диссимметрии. Мало того, результаты проявления диссимметрии одних и тех же элементов противоположно. Эта частная формулировка гласит: *“Если существует диссимметрия (разность, неравенство) между тем, что может делать (в самых разных значениях этого словосочетания) САМ предмет, и тем, что заставляют делать (предлагают, приходится, нагружают) этот предмет, то результат будет представляться в двух качественно отличающихся проявлениях: или это будет **извилистость** (изгиб, волнистость, смятие) или **разряжение** (растяжение, разрыв)”*.

Отсюда советы:

Видишь такую специальную разность $>$ ищи ту извилистость, к которой она приводит.

Видишь любую извилистость $>$ его причиной является разность между тем, что может, и тем, что приходится выполнять этому предмету.

Например,

- Почему мозг извилистый? Это изобретательный приём природы в ответ на несоответствие между требуемой человеку большой поверхности мозга и тем объёмом, который приходится занимать мозгу в тесном черепе, доставшемся от обезьян.
- Гипотеза контракции (сжатия) Земли при которой за счёт остывания планеты на поверхность собирается в морщины. Причиной является разность между большой начальной площадью горячей Земли и уменьшающейся затем при остывании площадью её поверхности.
- ДНК – спиральная. Может быть, тоже необходимо упаковать длинную молекулу в меньший объём?
- Кишки, лёгкие. Мудрость природы по устройству человека. Ей надо решить массу проблем: чтобы всё было рядом, в малом объёме приходится всё закрутить, запутать. От желудка до анального отверстия совсем недалеко, а длина кишечника у овцы 20 метров. Рабочая площадь лёгких, будь она гладкой, была бы гораздо меньше, чем на самом деле.

- Занавеска на окне. Растянута – прямая, сдвинута в сторону, появилась диссимметрия между необходимой длиной и “принуждаемой”. Занавеска собралась в складки.

Литература

1. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия, СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга. 1998, 395 с.

4. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков

(Впервые опубликовано в журнале «Известия РАН. Серия географическая, 2000, № 4, с. 42-44).

В статье предлагается нестандартная попытка объяснения общей причины образования "извилистости" природных потоков, прежде всего меандрирования рек. Утверждается, что типы речных русел обуславливаются различным соотношением "живой" силы потока и массой переносимого вещества.

Почему реки меандрируют? Существующие на Земле реки по внешнему виду в плане можно подразделить на три качественно разных типа: прямые, разветвленные и извилистые (меандрирующие).

В настоящее время конкурируют около 30 объяснений причин меандрирования рек: общая денудация земной поверхности, неотектоника, геология, кориолисово ускорение, наличие случайных препятствий, принцип минимума диссипации энергии, концепция энтропии, структурная турбулентность, поперечная циркуляция, блуждание динамической оси потока, "свойство потока меандрировать" и др. Ни одна из этих гипотез полностью не подтверждена.

Гидроморфологическая теория руслового процесса, которая занимается изучением деформаций рек [1], имеет на вооружении системный подход. Одно из его положений гласит: законы развития системы не являются суммой законов, действующих на более низком уровне; система развивается по своим законам, не зависящим от законов развития составных частей (принцип эмерджентности). Например, зная законы развития песчаных гряд, которые движутся по дну реки, невозможно спрогнозировать развитие (деформации) излучины.

Поэтому и для поиска причины образования меандр надо выходить на рассмотрение не только меандрирующих, а всех рек. Оставаясь в рамках одного меандрирования, можно узнать о нём все, кроме причин его образования. Уровень, на котором видна причина образования различных русел, находится выше. Необходимо рассматривать все реки, и тогда можно найти причину меандрирования.

Определения. Река представляет собой не только поток воды. Большинство рек транспортируют по своему дну наносы. Транспорт наносов проявляется в местных намывах и размывах русла.

Расход наносов – количество наносов, проносимых потоком за единицу времени. Транспортирующая способность потока - предельный расход наносов, который способен транспортировать поток.

Из этих определений видно, что расход наносов не всегда равен транспортирующей способности потока. Последняя определяется гидравлическими характеристиками потока на рассматриваемом участке реки и не зависит от количества поступающих наносов с расположенного выше участка.

Необходимо четко разделить три понятия: *поступление наносов* в реку с расположенного выше участка; *транспортирующую способность потока* (сколько наносов может перемещать поток); *расход наносов*, который представляет собой результирующую величину от поступления наносов и транспортирующей способности потока.

Новое объяснение причины меандрирования рек. Предлагается новое обоснование образования различных типов рек. Это относительная транспортирующая способность потока, т.е. отношение транспортирующей способности потока к количеству поступающих в реку наносов, отношение того, что река может транспортировать, к тому, что ей предлагается для транспортирования.

Причинно-следственная цепочка образования меандрирования такова: транспортирующая способность потока велика по сравнению с поступлением наносов → излишек энергии → деформация берегов → образование меандрирования → уменьшение уклона водной поверхности → уменьшение транспортирующей способности → уравнивание транспортирующей способности и поступления наносов → меандрирование реки при динамическом равновесии.

Причинно-следственная цепочка при образовании русловой многорукности такова: поступление наносов превышает транспортирующую способность потока → энергии на транспортирование всех наносов не хватает → образование осередков из "лишних" наносов → расплывание русла → увеличение фронта транспорта наносов → увеличение транспортирующей способности → уравнивание транспортирующей способности и поступления наносов → русловая и осередковая многорукность при динамическом равновесии.

Ленточно-грядовый тип руслового процесса (прямолинейный) соответствует первоначальному равновесию подачи наносов и транспортирующей способности. Плановой трансформации русла не происходит, оно остается прямолинейным, т.е. перегруженные наносами реки - с внутрирусловыми островами, равновесные реки — прямолинейные, недогруженные реки - меандрирующие.

Например, р. Зея в своем низовье, которая раньше меандрировала, подойдя правым берегом к Белым горам из песчаника, стала их размывать. Река перегрузилась наносами. Тип руслового процесса на десятках километров изменился, русло выпрямилось, и в нём появилось много островов. При увеличении транспортирующей способности, например

при увеличении расходов воды при переработке стока, можно прогнозировать размывы берегов и появление извилистости реки.

Частная формулировка: *Морфологический облик реки является её реакцией на разность между тем, что река может транспортировать, и тем, что ей предлагается водосбором для транспортировки.*

Применение закономерности в других областях.

В замечательной статье [2] перечисляются общие законы развития, частные законы организации и способы проверки найденных закономерностей. Пункт 4.9 в ней гласит: "Определить способы использования (применения) исследуемого явления и границы его применимости в науке, технике и социологии", т.е. применение закономерности в других областях.

Попытаемся сформулировать **общую формулировку**. *Внешнее проявление объекта представляет собой реакцию на разность между тем, что он способен "делать", и тем, что ему предлагают (или его заставляют) делать.*

Приведем примеры.

1. *Гольфстрим*. Это течение представляет собой извилистый поток. Его "меандры" постоянно развиваются, отделяются "старицы", которые затем отмирают, а течение идет новым "руслом". Это служит внешним проявлением разницы между тем, что может транспортировать вода Атлантики, и тем количеством воды, которое ей приходится получать из Мексиканского залива. Перепад уровней в Атлантическом океане и Мексиканском заливе достигает метров! Обратный эксперимент: может быть, существуют слабые течения, в которых транспортирующая способность окружающих вод океана больше, чем предлагаемое количество течения (или загрязнения); тогда могут происходить разрывы в транспортируемой примеси. На макроуровне - дырки, на микроуровне - разрежение.

2. *Дым из трубы*. Представим себе дым, который имеет плотность, равную плотности окружающего воздуха. Такой дым будет распространяться только по горизонтали. Если транспортирующая способность ветра больше количества поступающего дыма, будут происходить разрывы или разрежение дыма. Если же ветер слабее относительно поступающего дыма, будут образовываться клубы дыма.

3. *Кровеносные сосуды*. Пример предложен валеологом В.С. Бобковым. Если транспортирующая способность (энергия) крови относительно поступающих загрязнений мала, то получают закупорки сосудов. Если энергия крови достаточна для транспортировки всех загрязнений, изменений не происходит. Если энергия кровотока чрезмерна, это может привести к извилистости вен и, например, к их "выпучиванию" на ногах.

4. *Человек в обществе*. Человек обладает некоторой активностью (сколько он может). Сдерживающими факторами являются законы и этикет (сколько ему позволено). Разница между ними приводит к различным проявлениям поведения человека. Если он слишком активен (по отношению к сдерживающим факторам), его жизненный путь становится извилистым; у относительно пассивного человека жизненный путь - с "разрежениями".

5. *Транспортировка ткани.* Пример предложен предпринимателем П.Б. Хуршудовым. На движущийся транспортер подается ткань. В зависимости от соотношения скоростей подачи ткани и движения транспортера ткань будет или рваться, или собираться в морщины.

Возможно, что таким подходом можно объяснить существование двух режимов течения жидкостей: ламинарного и турбулентного.

Для каждого примера можно сформулировать свою частную формулировку закономерности (как для разных рек выше).

Выход на **всеобщее правило.** В. В. Митрофанов сформулировал постулат разности (диссимметрии) [3]: *"Если существует разность чего-либо и обеспечивается взаимодействие между частями с этими разностями, то должен быть некий эффект"*. Это уже всеобщая формулировка. По отношению к ней общая формулировка является частной. Здесь говорится о любой разности, а там была разность между тем, что нечто может, и тем, чем это нечто нагружают.

Разность есть условие для совершения чего-либо.

Примеры: изгиб пластинки под разностью поверхностных натяжений при различной обработке поверхностей; электрический ток из-за разности потенциалов; дерево зацветает из-за возникновения тока соков при положительной разности температур между кроной и корнями; любое движение через диафрагму под действием разности давлений; работа двигателя под действием разности давлений в разных цилиндрах.

Наш маленький пример, рассмотренный в первых пунктах, дает повод говорить о многих разных разностях. Разности могут быть между количествами вещества (например, весы), количествами энергии, количествами времени, между скоростями, силами, моментами, даже желаниями.

Специфика примера о причинах образований различных форм русел. Выше сформулирована причина образования различных форм речных русел: прямолинейных, разветвленных и меандрирующих. Это разность между транспортирующей способностью потока и поступающими в русло наносами. Положительная или отрицательная разности приводят к качественно разным проявлениям изменения морфологии русла. При перегрузке русла наносами из излишков последних образуются острова. При недогрузке река уменьшает свою транспортирующую способность за счет своего удлинения, что приводит к развитию меандрирования. Разница между тем, что может система, и тем, что ей предлагается делать, *приводит в зависимости от знака к разным проявлениям.*

Всеобщая формулировка о разности вообще приводит к общему эффекту. Для мембраны все равно, с какой стороны давление больше, а с какой – меньше. Где давление меньше, туда и будет происходить диффузия. Если знак разности давлений изменится, то так же изменится и направление движения. *Проявление действия разности при разных знаках будет одинаковым.*

Специфика рассмотренной разности как причины образования меандрирования и многоруканных русел дает повод говорить и о возможности неизведанной специфики других разностей (во времени, энергии и др.).

Выводы. Поиск причин образования меандрирования привел к закономерности образования всех типов русел. *Морфологический облик реки является ее реакцией на разность между тем, что река может транспортировать, и тем, что ей предлагается водосбором для транспортировки.*

Перенос этой закономерности на другие объекты позволил сформулировать более общую формулировку этой закономерности. *Внешнее проявление объекта представляет собой реакцию на разность между тем, что он способен "делать", и тем, что ему предлагают (или его заставляют) делать.*

Всеобщая формулировка: если существует разность чего-либо и обеспечивается взаимодействие между частями с этими разностями, то должен быть некий эффект. Разность – движущая сила.

Литература

1. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снисченко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеоиздат, 1982, 272 с.
2. Лимаренко А.В. Алгоритм поиска и решения открывательских задач // Журнал ТРИЗ. 1997, № 1, с. 36-42.
3. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия, СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга. 1998, 395 с.

5. Противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент

(Опубликовано: Кондратьев А.Н. Противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент / А.Н. Кондратьев. - Ильичево, 2001. - 5 с. - Список лит.: с.5 (5 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 21.05.01 № 2662).

В замечательной книге Волюслава Владимировича Митрофанова “От технологического брака до научного открытия” [5] описаны приёмы решения научных задач.

Один из этих приёмов называется “противоположный эксперимент”. Целью этого приёма является выяснение причины исследуемого явления, ответ на вопрос “Почему это происходит?”. Он может применяться как при поиске причины явления, так и при подтверждении или опровержении выдвинутой гипотезы.

Суть этого приёма заключается в проведении по крайней мере двух экспериментов при выполнении условий:

- в экспериментах изменяется только один параметр,
- результаты экспериментов значительно различаются между собой (“противоположны”).

Противоположные эксперименты могут уже иметься при рассмотрении поставленной задачи. В этом случае не надо специально проводить эксперименты, достаточно их “увидеть”, то есть показать, что в имеющихся результатах выполняются условия, указанные в предыдущем параграфе. “Противоположным экспериментом” может быть не только эксперимент, а, например, “противоположная натура”. Это происходит в

науках, где нет возможности провести активный эксперимент, а требуется всё-таки найти противоположные проявления рассматриваемого явления. Но, следуя предложенному В.В. Митрофановым названию, можно называть любые такие противоположные процессы и явления “противоположным экспериментом”, даже если мы не можем сами провести эксперимент, а ищем результаты эксперимента, поставленного природой.

Правило использования рассматриваемого приёма решения научных задач – противоположного эксперимента – таково: “Если ты имеешь два результата противоположного эксперимента, то тот фактор, который различен при получении различающихся результатов, как раз и является причиной этого явления”. Это способ найти причину явления.

Например, первый эксперимент: две девочки держатся за разные концы верёвочки и крутят, трясут, качают её. Верёвочка крутится, трясётся, извивается. Второй эксперимент – девочки не трясут верёвочку, имеем противоположный результат – верёвка не крутится, не извивается. Два противоположных результата – 1) верёвочка крутится и 2) не крутится. Изменённый фактор – движущая сила девочек. Вывод: именно движущая сила девочек является причиной верчения верёвочки.

Этот банальный пример является хорошей иллюстрацией применения противоположного эксперимента.

Второй пример применения противоположного эксперимента: отыскание причины формирования различных типов русел (многорукавных, прямых и извилистых) [1-3]. Опираясь на другой приём решения научных задач, предложенный В.В. Митрофановым, – диссимметрию – выяснено, что причиной образования русел является относительная транспортирующая способность потока [1-2]. Противоположные состояния русла (многорукавное и извилистое) являются готовыми, предложенными природой результатами противоположного эксперимента, в котором изменяется именно один руслоформирующий параметр – относительная транспортирующая способность потока.

Хочу обратить внимание на аналогию между двумя приведёнными примерами. И в первом примере с верёвочкой, и во втором примере с рекой имеется некая активная причинная движущая сила, причина, которая заставляет принимать различные состояния (извилистое или прямое) в зависимости от проявления или не проявления этого движущего фактора.

В первом примере:

- 1) девочки крутят верёвочку → верёвочка крутится;
- 2) девочки не крутят верёвочку → верёвочка прямая.

Во втором примере:

- 1) руслоформирующий фактор действует → река извилистая;
- 2) фактор не действует → река прямая.

В обоих примерах:

- 1) причинный фактор действует → объект извилистый;
- 2) фактор не действует → объект прямой.

Это просто и понятно. Но, оказывается, бывают случаи, когда формальное применение приёма “противоположный эксперимент” не применимо. И даже может привести к ложному выводу.

Например, к такому неверному выводу пришёл Б.Ф. Снисенко при рассмотрении причин образования различных типов русел [4]. Не правомерно среди причин образования русел оказалась относительная ширина долины, в которой протекает река.

Для понимания сути подобных неверных псевдопричин явлений рассмотрим продолжение примера с девочками и верёвочкой. Девочки продолжают спокойно то крутить, то не крутить свою верёвочку. Но тут приходит нехороший дядя, отбирает верёвочку, пропускает её через длинную трубу, лежащую на земле, и заставляет девочек опять крутить верёвочку. Девочки стараются так же, как и до прихода дяди с трубой, но у них ничего не получается, верёвочка неподвижно лежит в трубе.

Как же так? Причина, побуждающая верёвочку к вращению осталась, а верёвочка не крутится... Можно даже, следуя формально приёму “противоположный эксперимент”, решить, что труба (или её отсутствие) является причиной вращения верёвочки. Ведь всё налицо:

первый эксперимент – трубы нет, верёвочка вращается,

второй эксперимент – труба есть, верёвочка не вращается.

Следовательно, труба и является причиной вращения верёвочки!

Хотя, вроде бы, мы уже выше банально (и верно!) выяснили, что причиной вращения верёвочки являются девочки. В чём тут загвоздка?

Можно предположить, что существуют два класса “причин” явлений:

Первый класс – причины главные, настоящие, действующие, активные, побуждающие;

И второй класс – условия проявления главных причин, ограничивающие факторы, поле деятельности главных причин, тиски, рамки и т.п.

Первый класс является движущей силой к проявлению явления, а второй класс является ограничивающим фактором для проявления действия настоящей причины.

Девочки являются настоящей движущей причиной вращения верёвочки, а труба является сдерживающим фактором в проявлении результата движущей силы.

Существует 4 вида состояния системы, в трёх из которых верёвочка не крутится, а только в одной крутится. Рассмотрим таблицу, по вертикали которой отложена степень проявления движущей причины, а по горизонтали – степень проявления ограничивающего фактора:

	Ограничения нет (трубы нет)	Ограничение есть (труба)
Причина есть (девочки крутят)	Верёвочка крутится	Верёвочка прямая 2
Причины нет (девочки не крутят)	Верёвочка прямая 1	Верёвочка прямая 3

В столбце “ограничения нет”, когда трубы нет, мы видим результаты первого правильного эксперимента: 1) девочки крутят – верёвочка крутится, 2) девочки не крутят – верёвочка прямая. По результату верно-противоположного эксперимента находим движущую причину явления (девочки).

В строке “причина есть”, когда девочки крутят и появляется-исчезает труба, мы видим результаты второго, ложного противоположного эксперимента: 1) трубы нет – верёвочка крутится, труба есть – верёвочка прямая, 2) труба есть – верёвочка прямая. По результату этого эксперимента получаем: причиной кручения верёвочки является труба.

Рассмотрим, чем различаются клетки таблицы с тремя похожими результатами: “верёвочка прямая 1, 2, 3”.

Верёвочка прямая 1. Просто нет проявления движущего фактора. (И ограничения нет, но это уже не имеет никакого значения).

Верёвочка прямая 2. Движущий фактор действует, верёвочка бы уже крутилась, но ограничивающий фактор не даёт проявиться движущему фактору.

Верёвочка прямая 3. Также как и в варианте 1 нет проявления движущего фактора. Да ещё и ограничение есть, но оно опять, как и в варианте 1 не имеет значения.

Важно различать движущие причины и ограничивающие факторы.

Например, почему человек не летит к центру Земли? Определим движущую причину – это притяжение Земли. Противоположные эксперименты: 1) Притяжение есть – падение есть, 2) притяжения нет – падения нет. А поверхность земли (или стул, на котором человек сидит) – это лишь ограничивающий фактор, сдерживающий проявление движущей причины.

Интересно, что движущих причин может быть много, и ограничивающих факторов может быть много. Но различные движущие причины приводят к различным проявлениям. А для одной и той же движущей причины различные ограничивающие факторы приводят к одинаковому результату. Например, верёвочка у девочек может не крутиться из-за того, что она мокрая, липкая, клейкая, тяжёлая, под землёй, под водой и т.п. Но причина верчения верёвочки при этом остаётся та же (девочки!), и только она является настоящей, движущей причиной.

Аналогичная ошибка произошла и при рассмотрении факторов образования русел рек [4].

Обычно меандрирование разделяется на ограниченное и свободное [4]. Ограниченное и свободное меандрирование различаются по величине относительной транспортирующей способности потока [1, 2]. Подчеркивая различное происхождение типов меандрирования, возможно, следовало бы назвать их иначе (например, развитое и неразвитое меандрирование). Дополнительно необходимо подразделять разные виды меандрирования по степени проявления ограничивающих условий. В случае большой относительной транспортирующей способности потока реке следовало бы развиваться по типу свободного меандрирования. Но в узкой долине из-за ограничения ширины пояса меандрирования русло может развиваться только по типу ограниченного меандрирования. Может существовать и противоположная ситуация – в случае меньшего превышения транспортирующей способности по сравнению с поступлением наносов река будет развиваться по схеме ограниченного меандрирования даже в широкой пойме с достаточным пространством для размещения развитых излучин свободного меандрирования.

Это заключение позволяет положительно ответить на вопросы: могут ли существовать ограниченное меандрирование без ограничивающих условий и прямое русло без ограничивающих факторов?

Таким образом, двух терминов (“ограниченное” и “свободное”) для характеристики меандрирования как процесса недостаточно. В гидроморфологической теории [4] подразумеваются только варианты, соответствующие клеточкам «верёвочка прямая 1» и «верёвочка прямая 3». Можно предположить, что следует использовать двойную классификацию: по степени ограничения (ограниченное или свободное меандрирование) и по генетической причине (например, “развитое” и “неразвитое”).

Вывод: ограничивающие условия – это независимый сдерживающий руслоформирующий фактор. Одновременно нельзя ограничиваться только отношением ширины поймы к ширине русла как единственным определяющим фактором для всех типов руслового процесса. В широких долинах на широких поймах могут быть не только извилистые реки, но и прямые, и разветвленные.

Выводы:

- При решении научных задач следует использовать приём В.В. Митрофанова “противоположный эксперимент”.
- В противоположных экспериментах должен изменяться только один параметр, а результаты экспериментов должны значительно различаться между собой.
- Существуют два типа факторов, обуславливающих явления: 1) активные причины и 2) ограничивающие условия.
- При рассмотрении активной причины правомерно применение противоположного эксперимента, а изменение ограничивающих условий, наоборот, может привести к ложному противоположному эксперименту.
- У каждого явления может быть несколько активных причин, а на каждую активную причину может быть несколько ограничивающих условий.

Литература.

1. Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков // Известия АН. Серия географическая, 2000, № 4, с. 42-44.
2. Кондратьев А.Н. Соотношение транспортирующей способности потока и стока наносов как условие формирования русел рек разных типов // Геоморфология, № 3, 1999, с. 14-18.
3. Кондратьев А.Н. ТРИЗ и реки / Научно-практическая конференция по теории решения изобретательских задач. Тезисы докладов, Петрозаводск, 1999, с. 44-45.
4. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеиздат, 1982., 272 с.
5. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия, СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга. 1998, 395 с.

6. Приём решения научных задач “Переступить пределы”

(Опубликовано: Кондратьев А.Н. Приём решения научных задач "Переступить пределы" / А.Н. Кондратьев. - 3 с. - Список лит.: с. 3 (6 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 29.08.01 № 2699).

“Переступить пределы!”

“Игра в бисер” Герман Гессе.

Основоположник Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) Г.С. Альтшуллер в 1960 году написал свою знаменитую статью, посвящённую методике научной работы [1].

Пункт 18 в статье гласит: *“Следующий по сложности приём – обращение внимания на белые пятна за пределами известных явлений. Пример. Исследования Бриджмена в области ранее недоступных высоких давлений привели к открытию новых модификаций льда”*.

То есть необходимо искать явления за пределами набора известных явлений. Для этого удобно пользоваться такой последовательностью мыслительных действий:

1. Найти причинную ось, которой связаны изучаемые явления.
2. Например, изменение типов русловых процессов обусловлено изменением относительной транспортирующей способности потока [2].
3. Выстроить известные явления по этой причинной определяющей оси.
4. Например, меандрирование > прямые русла > разветвлённые русла. Эта последовательность типов русел соответствует уменьшению относительной транспортирующей способности потока [2].
5. Далее надо посмотреть белые пятна на самой оси, выяснить, какие факты не укладываются в рассматриваемую причинную ось, и какие новые явления могут быть ещё более большего и менее меньшего:

А) “Белые пятна”. У Альтшуллера в пункте 17 по этому поводу написано: *“Несколько более сложный приём - обращение внимания на белые пятна в пределах уже известных явлений. В этом случае тоже ищут аномалии – в пределах уже исследованного диапазона температур, давлений, расстояний, скоростей и т.д.”* [1].

Б) “Лишний элемент”. Выяснить, какие факты не укладываются в рассматриваемую причинную ось.

Пример: разветвлённые русла по типу пойменной многорукавности ошибочно находились в ряду типов русловых процессов, выстроенных по изменению транспортирующей способности потока [2].

В) “Переступить пределы”. Это приём, которому посвящена настоящая статья.

Примеры применения приёма решения научных задач “Переступить пределы”:

1. Режимы движения жидкости.

В современной науке общепризнанны два режима движения жидкости – ламинарный и турбулентный. Характерно различие между ламинарным (параллельно струйным) и турбулентным (извилистым) режимами течения жидкостей.

1) Необходимо найти **причинную** ось, которой связаны изучаемые явления.

Причиной образования любой извилистости является разность между тем, что может делать предмет, и тем, что заставляют его делать [2]. Подробное описание разности, как причины физических явлений и процессов можно найти в книге В.В. Митрофанова [5].

Критерием сущностного различия ламинарного и турбулентного режимов движения жидкостей должна быть такая же разность. Как раз именно так интерпретируют число Рейнольдса Т. Карман и сам Рейнольдс [6]. Число, характеризующее режим движения жидкости, является отношением скорости движения молекул рассматриваемого объема жидкости к скорости движения самого объема жидкости в целом. Становится ясным физический смысл числа Re . Числитель представляет собой интенсивность движения всего объема жидкости, а знаменатель – темп теплового движения. При равенстве скоростей наблюдается ламинарное движение жидкости, а при превышении местных скоростей над переносной жидкость двигается турбулентным режимом.

2) Необходимо выстроить известные явления по этой причинной определяющей оси:

Ламинарный режим → Турбулентный режим

3) Далее надо посмотреть белые пятна на самой оси, выяснить, какие факты не укладываются в рассматриваемую причинную ось, и какие новые явления могут быть ещё более большего и менее меньшего:

В русловедении [2] имеется три коренным образом отличающихся варианта типов русел: в одну сторону от прямых русел расположены извилистые русла, а в другую – русловая многорукавность. А режимы движения жидкости признаются только два – прямые и извилистые.

Каков третий, обратный эффект?

Обратный эффект к турбулентности называется *кавитация* [3]. При кавитации в толще жидкости появляются пустоты. Это поток, который ещё “ламинарнее” ламинарного потока!

Вывод. Существуют три режима движения жидкости: турбулентный, ламинарный и кавитация. Качественное различие между режимами заключается в отношении скорости движения молекул жидкости к скорости движения всего объема жидкости. При равенстве этих скоростей – ламинарный режим движения жидкости. При скорости движения молекул большей скорости движения объема жидкости – турбулентный режим. При скорости молекул меньшей, чем скорость движения всего объема, жидкости приходится разрывать молекулярные связи, образуются внутриводные полости-разрывы, имеем кавитационный режим движения жидкости [3].

2. Состояния вещества.

Общеизвестны 4 состояния вещества: твёрдое, жидкое, газообразное и плазма.

1. Попробуем найти причинную ось, по которой можно выстроить эти “явления”. Пока назвать точно её трудно. Это что-то вроде “твёрдость, густота вещества.
2. Для нас сейчас важно, что мы можем выстроить эти состояния именно в следующем порядке по этой оси: твёрдое > жидкое > газообразное > плазма.
3. “Переступить пределы”.

Что “твёрже твёрдого”?, “плотнее плотного”? Где атомы упакованы ещё плотнее, чем при твёрдом агрегатном состоянии вещества?

Возможно, что это *чёрная дыра*. Чёрная дыра – особое состояние вещества.

И наоборот, – *что* разреженнее газа и плазмы?

Возможно, что *вакуум*. Вакуум – особое состояние вещества.

Выводы.

1. Для решения научных задач эффективно пользоваться приёмом “Переступить пределы”.

Удобно использовать следующую последовательность действий:

1. Подобрать явления и процессы,
2. Найти причинную определяющую ось,
3. Рассмотреть явления за пределами этой оси. Для этого надо найти ответы на вопросы: “Что более большего?”, “Что менее меньшего?”

2. При помощи приёма “Переступить пределы” выяснено существование:

1. Трёх режимов движения жидкости: ламинарный, турбулентный и кавитация.
2. Шести состояний вещества: вакуум, плазма, газ, жидкость, твёрдое тело, чёрная дыра.

Пользуйтесь приёмом решения научных задач “Переступить пределы” и другими приёмами, которые предлагают Г.С. Альтшуллер [1] и В.В. Митрофанов [5].

Литература.

1. Альтшуллер Г.С. Как делаются открытия: (Мысли о методике научной работы) / Г.С. Альтшуллер. - Баку, 1960. - 12 с. - Деп.в ЧОУНБ 11.07.1989 № 685.
2. Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков // Известия РАН. Серия географическая, 2000, № 4, с. 42-44.
3. Кондратьев А.Н. Три режима движения жидкости – ламинарный, турбулентный и кавитация // 2-ая Международная научная конференция студентов и молодых учёных “Актуальные проблемы современной науки”. Самара, 2001, с. 200.
4. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеиздат, 1982, 272 с.
5. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.
6. Проблемы турбулентности. Сб. статей. М.-Л., ОНТИ, 1936, 332 с.

7. Морфологический ящик природы

(Опубликовано: Кондратьев А.Н. *Морфологический ящик природы* / А.Н. Кондратьев. - Ильичево, 2002. - 7 с. - Список лит.: с. 7 (12 назв). - Деп. в ЧОУНБ 27.02.02 № 2044).

«Ничто не мешает повторить путь, пройденный при построении теории изобретательства, и построить теорию решения научных задач, теорию открывательства.

При этом нужно искать в науке инварианты тех объективных закономерностей, которые действуют в технике, в изобретательстве»

Г.С. Альтшуллер [2]

По определению В.В. Митрофанова сделать открытие – это значит найти причину явления. Найти причину, объяснить генезис – вот задача учёного.

При изучении любого явления природы полезно иметь программу действий по выявлению причин явлений. Такую программу можно найти в книге В.В. Митрофанова «От технологического брака до научного открытия» [11], которую очень рекомендую всем прочитать. Сейчас Митрофанов разрабатывает компьютерную «Машину открытий», в которой разрабатывается алгоритм решения научных задач [10]. Книга и программа явились побудительной основой к написанию этой статьи.

Аннотация

В этой статье предлагается ещё один **прием**, подсказывающий путь решения научных задач. Его можно назвать «*Морфологический ящик природы*».

Суть этого приема заключается в составлении из набора близких по генезису явлений многофакторной таблицы или n-мерного куба. Осями этой таблицы являются *причинные оси*.

Многомерный морфологический ящик природы позволяет нам с пониманием подходить к разбору изучаемого явления. Парадоксально, но изолированное изучение только того явления, которое как раз и надо изучить, очень мало даёт исследователю. На порядок более продуктивно изучать не только это явление, а рассматривать весь набор аналогичных по природе явлений. При таком широком охвате выявляются новые *причины*, новые *закономерности* и даже новые *явления*.

Многообразие явлений на одном системном уровне

Явление природы никогда не бывает само по себе, в одиночку, уникально. Чаще всего существуют многие другие похожие и непохожие явления, которые немного или значительно отличаются от него. Или же

само явление может проявляться по-другому, изменять свою форму под воздействием движущих причин или ограничивающих факторов.

Каждое явление природы не существует уникально, вокруг него есть непрерывный ряд явлений-«соседей» или модификаций, которые образуются при разной степени воздействия определяющих факторов.

Причинная ось

Набор явлений-«соседей» можно выстроить по определяющей причинной оси.

Учёному удобно представить разные степени воздействия определяющих причин явления как ось – «причинную» ось, а различные явления (или формы проявления явления) расставить по этой оси.

Например, если река переносит много песка, то из него образуются острова, если песка меньше, то река без островов, а если его совсем мало, то река будет размывать берега и извиваться. В зависимости от количества наносов (песка) река принимает различные формы.

Из такого рассмотрения можно сформулировать *правило поиска факторов* (как причин, так и ограничивающих условий, о которых мы будем говорить в 6-ом разделе) изучаемого явления:

- 1) Найди похожие явления,
- 2) Выстрой их в таком порядке, чтобы в непрерывной последовательности менялась морфология (внешний вид) или другие параметры этих явлений.
- 3) Попробуй определить, какой внешний фактор предопределяет такое изменение явлений.

Это правило подсказывает причину изучаемого явления.

Кроме того, этот алгоритм позволяет искать новые явления. В знаменитой статье Г.С. Альтшуллера [1] описывается набор приёмов, которые помогают открывать и объяснять явления природы.

Белые пятна. Для обнаружения новых явлений нужно искать белые пятна (пропуски) в ряде явлений, расположенных по определяющей причинной оси.

Так получилось у Менделеева, когда он в ряду химических элементов позволил себе сделать пропуски, допустил, что могут быть ещё какие-то неизвестные элементы, которые расположены между известными.

Переступить пределы. Такие же белые пятна всегда есть и за пределами известных явлений. Надо задаться вопросом: «А что может быть ещё больше (быстрее, сильнее, и другие «-ее»), чем самое большое (быстрое, сильное и т.д.)?» [4]. Иногда оказывается, что какое-нибудь явление, которое обычно относится к другому классу (виду и т.п.) и может рассматриваться в другом разделе науки, на самом деле является разновидностью рассматриваемых явлений.

Например, при помощи этого приёма было выяснено, что кроме известных режимов движения жидкости: ламинарного и турбулентного, существует и третий режим движения жидкости, который *ламинарнее ламинарного* – кавитация. В классической гидравлике кавитация отно-

сится не к режимам движения жидкости, а называлось «особым состоянием» жидкости. Выстраивание известных режимом движения жидкости по определяющей оси (которой является отношение скорости движения отдельных объемов жидкости к скорости движения всего потока) показало, что при ламинарном движении эти скорости равны, а при турбулентном скорость отдельных объемов больше.

Приведём аналогию. (Аналогия также является рабочим инструментом исследователя). Представьте строй шагающих солдат. В нём скорость каждого солдата равна скорости всего строя. Это аналог ламинарного (параллельно струйного) режима движения жидкости. В нём каждая частичка воды двигается с той же скоростью и в том же направлении, как и все остальные частицы («солдаты»).

А теперь представьте движение толпы в метро. Каждый отдельный человек быстро и суетливо извилистым путём пробирается к цели назначения. А вся толпа в это время двигается гораздо медленнее. Это аналог турбулентного (хаотического) движения жидкости.

Теперь надо представить противоположный случай – когда скорость каждого отдельного человека меньше, чем скорость всего потока. Когда такое может случиться? Вспомним, например, машины, стоящие перед красным светом. Вот включается зелёный свет, и машины трогаются. Все машины сразу поехали? Нет, лидеры уже разогнались и далеко впереди, а аутсайдеры только готовятся к старту. В этом случае скорость движения колонны оказывается больше скорости отдельных автомобилей. Аналогичный процесс происходит и при кавитации: появление разрывов в жидкости.

Приём *переступить пределы* подтолкнул к целенаправленному поиску противоположного режима движения жидкости, при котором скорость отдельных объемов, наоборот, меньше, чем скорость движения всего потока жидкости. Это кавитация. Кавитация – противоположность турбулентного режима [7].

Лишний элемент. Бывают случаи, когда некоторые явления непропорционально выстраиваются по какой-нибудь определяющей оси. Считается, что все явления из рассматриваемого набора можно объяснить только одной причиной.

Например, образование островов в русле правомерно объясняется отложением донного песка. Но этой же причиной никак не объяснить образование длинных пойменных протоков, что пытаются не обоснованно делать некоторые специалисты. В первом случае сначала возник остров, и это привело к образованию двух обтекающих его протоков, а в другом случае, наоборот, сначала возникла вторая протока, и между протоками получился остров. Эти явления не объяснить одной причиной.

Причинные оси позволяют объяснять генезис известных явлений и помогают искать новые явления. Для этого можно использовать приемы «переступить пределы» и «белые пятна».

Выстраивание явлений по причинным осям и поиск лишних элементов позволяют находить новые факторы (причинные оси).

Причина явления лежит на более высоком системном уровне

Причину явления необходимо искать на системном уровне не самого этого явления, а на следующем, более высоком, общем иерархическом уровне.

Например, для того, чтобы ответить на вопрос, почему реки меандрируют (извиваются), бесполезно искать причину, усердно изучая само меандрирование. Необходимо задать вопрос шире: почему реки бывают разные – разветвлённые, прямые и извилистые. Разобравшись в общих причинах образования всех видов русел, мы автоматически получаем ответы на вопросы о причинах образования каждого вида.

Изучение меандрирования ничего не дало к объяснению причин образования меандрирования. Ловушкой были объяснения типа: река меандрирует, потому что она извилистая или: река меандрирует, потому что это свойство потока. Как будто нет других рек – разветвлённых и прямых. А ведь к такому выводу можно действительно прийти, если всё время видеть перед собой только извилистые реки. Есть даже специалисты по меандрированию, специалисты по другим видам русел. Капкан односторонности не позволяет разобраться в частном вопросе. Только рассмотрение всего разнообразия явлений позволило понять причину каждого отдельного явления.

Изучая любое явление, можно разобраться лишь только в свойствах этого явления. Это будет изучение, но не понимание.

Для нахождения причин явления надо обратиться к изучению следующего, более высокого иерархического уровня, перейти в надсистему. Тогда появится понимание причин явления, а затем и сущности каждого отдельного явления.

Это даст возможность не только описания процесса, но и его прогноза и даже управления им.

Главные факторы

Любое явление – результат огромного (практически бесконечного!) количества факторов.

Можно полусерьёзно говорить о влиянии фаз Луны на развитие излучин рек. И это, действительно, так. Конечно, фазы Луны на самом деле влияют на течение рек. Но, в то же время, влияние этого фактора ничтожно.

Исследователю природы из всего разнообразия причин всегда можно (или приходится?) выбирать конечное, часто небольшое количество определяющих факторов. На это есть и объективные, и субъективные причины.

Предполагаю, что причины можно разделить на *главные* и *второстепенные*.

Например, на развитие рек основное влияние оказывает скорость течения. Интересно происходила история с силой Кориолиса, которая определяется вращением Земли. Лет 100 назад эта сила считалась одним из основных факторов, влияющих на реки. И даже образование извилистости приписывалось этому фактору. Затем, наоборот, влияние силы Кориолиса стало полностью отрицаться, упоминание о ней стало еретичным. На самом деле роль Кориолисовой силы сравнимо с влиянием фаз

Луны – оно есть, но ничтожно. Им можно пренебречь при прогнозе развития реки. Таковую же роль играет и температура воды, хотя в литературе высказывались разнообразные интересные противоречивые суждения о влиянии температуры воды на скорости размыва берегов.

Любопытно, что другие *главные причины*, которые играют сами по себе большую роль в формировании процесса, *могут* вольно или невольно *упускаться* учёными *из рассмотрения из-за малой изменчивости этих причин*.

Например, сила тяжести, скорость вращения планеты, плотность жидкости (воды), конечно, оказывают громадное влияние на формирование рек. Но в связи с тем, что все изучаемые людьми реки находятся на Земле, сила тяжести и скорость вращения Земли постепенно ушли от внимания исследователей. Скорость вращения Земли определяет выше упомянутую силу Кориолиса. Действительно, что было бы, если скорость вращения Земли была другой – больше в 100 раз, или меньше... Как изменились бы реки? А если бы скорость вращения Земли менялась из года в год, или вращение меняло бы направление? Возможно, что тогда бы одним из основных руслоформирующих факторов как раз стала бы скорость вращения планеты или другое природное явление, которое бы в свою очередь зависело бы от вращения Земли.

Сейчас появились интересные фотографии рек на Марсе (или следов рек), которые являются результатом таяния полярных шапок. Множество неизменных на Земле факторов там могут быть другими; там и плотность жидкости водотоков может быть другой. Скорее всего, сейчас нам не сделать прогноз развития русел на Марсе, опираясь только на законы формирования русел, выявленные на Земле.

Русловые процессы интересны тем, что в них до сих пор не выяснены законы формирования русел (или выяснены в зачаточной степени). Русловедение до сих пор находится на одном из первых этапов развития науки. Если сравнивать с астрономией, то в этой науке всё ещё Солнце вращается вокруг Земли, если только Земная твердь не находится на словах. Например, в книге [8] утверждается, что река меандрирует тогда, когда она извилистая (то есть извилистая тогда, когда извилистая!).

В огромном количестве определяющих факторов для исследования необходимо выделить основные (главные) факторы.

Причина и ограничение

Для любого явления есть определяющие факторы двух типов:

- 1) *движущие активные причины*,
- 2) *ограничивающие условия*, рамки, пассивные «причины», условия

развития явления.

Движущие причины и условия протекания по вкладу в проявление факта различаются.

Хотя внешне два случая: (1 - отсутствие движущих причин и 2 – наличие такой причины при воздействии ограничивающего фактора) могут проявляться похожим образом [3]. Но они похожи только морфологически, а не генетически.

Например, первый эксперимент: две девочки держатся за разные концы верёвочки и крутят, трясут, качают её. Верёвочка, крутится, трясётся, извивается. Второй эксперимент – девочки не трясут верёвочку, имеем противоположный результат – верёвка не крутится, не извивается. Два противоположных результата – 1) верёвочка крутится и 2) не крутится. Изменённый фактор – движущая сила девочек. Вывод: именно движущая сила девочек является причиной вращения верёвочки. Верно.

Рассмотрим продолжение примера с девочками и верёвочкой. Девочки продолжают спокойно то крутить, то не крутить свою верёвочку. Но тут приходит нехороший дядя, отбирает верёвочку, пропускает её через длинную трубу, лежащую на земле, и заставляет девочек опять крутить верёвочку. Девочки стараются так же, как и до прихода дяди с трубой, но у них ничего не получается, верёвочка неподвижно лежит в трубе.

Как же так? Причина, побуждающая верёвочку к вращению осталась, а верёвочка не крутится... Можно даже, следуя формально приёму “противоположный эксперимент”, решить, что труба (или её отсутствие) является причиной вращения верёвочки. Ведь всё налицо:

первый эксперимент – трубы нет, верёвочка вращается,

второй эксперимент – труба есть, верёвочка не вращается.

Следовательно, труба и является причиной вращения верёвочки!

Хотя, вроде бы, мы уже выше банально (и верно!) выяснили, что причиной вращения верёвочки являются девочки. В чём тут загвоздка?

Понимание разницы влияния действующей причины и ограничивающих условий очень важно. Нельзя попадаться на удочку неправильно истолкованного *противоположного эксперимента*.

Сам по себе *противоположный эксперимент* является действенным приёмом решения научных задач. Он описан В.В. Митрофановым в книге [11]. Но возможность появления двух случаев, перечисленных выше, требуют внимательного подхода к определению причин явления при использовании этого приёма. Возможен так называемый *ложный противоположный эксперимент* [6].

Для описания явлений и процессов *двигающая причина* и *ограничивающие условия* могут считаться равноправными факторами.

Определяющие факторы любого явления делятся на движущие причины и ограничивающие факторы.

Объединение факторов

Явления природы многофакторны. Многофакторность явлений природы требует от учёных поиска способов пусть упрощённого, но приемлемого описания комплекса причин этих явлений.

Каждое явление – это продукт сочетания огромного количества определяющих (побуждающих) причин и условий протекания явления (границы, ограничивающие факторы и т.п.)

В изобретательстве применяется специальный метод для получения большого списка возможных вариантов решения изобретательских задач. Таким методом является *морфологический анализ*. Он был разработан швейцарским учёным-астрономом Ф. Цвикки в 1942 году. «Суш-

ность этого метода заключается в систематическом исследовании всех мыслимых признаков и вариантов решения, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта» [12]. Составляется многомерная таблица («*морфологический ящик*»), которая вмещает возможные варианты решения задачи. При этом каждому функциональному узлу (параметру) отводится графа, ось, где перечисляются возможные варианты его решения.

Аналогичным образом и для решения научных задач можно использовать «морфологический ящик» семейства явлений. По осям такого «ящика» отложены главные причины рассматриваемого явления. В «клеточках», соответствующих различным сочетаниям определяющих причин, находятся различные разновидности, типы, варианты изучаемого явления.

Например, в соционике используются 4 определяющих фактора, каждый из которых принимает, по крайней мере, 2 значения. Их комбинация даёт 16 типов человеческих характеров.

Применение морфологического ящика позволило объединить руслоформирующие факторы и расположить типы русловых процессов равнинных рек в двумерной матрице по двум руслоформирующим факторам – относительной транспортирующей способности потока и относительному затоплению поймы [3].

Приём *морфологический ящик* является **объединением** приёмов решения научных задач. Первый из них – *объединение альтернативных гипотез*; он описан В.В. Митрофановым в книге [11] и развивается в компьютерной «Машине открытий» [10]. Второй приём – *причинная ось*, описанная выше.

Следующий шаг – объединение не двух, а сразу трёх и более факторов.

Морфологический ящик включает в себе и ещё один приём решения научных задач. Это *диссимметрия* [11].

Диссимметрия (неравенство, различие, хиральность, противоположность и т.п.) является самым эффективным приёмом. Именно диссимметрия является причиной явлений природы.

Чаще всего по причинным осям отложены диссимметричные параметры. В примерах о русловых процессах все оси являются отношениями.

В идеальном случае причинная ось должна изменяться от плюс бесконечности до минус бесконечности, от максимального положительного значения определяющего параметра до противоположного отрицательного. Например, выше был рассмотрен пример о третьем, противоположном к турбулентному режиму движения жидкости – кавитации.

Морфологический ящик как приём решения научных задач плодотворен. Он позволяет использовать лучшее из каждой гипотезы и лишает каждую из отдельных гипотез присущих им недостатков.

Выводы

1. Каждое явление природы не существует уникально, вокруг него есть непрерывный ряд явлений-«соседей» по определяющим факторам.
2. Набор явлений-«соседей» можно выстроить по определяющей причинной оси.
3. Причинные оси позволяют искать новые явления. Для этого надо использовать приемы «переступить пределы» и «белые пятна».
4. Причину явления необходимо искать не в самом явлении, а на следующем, более высоком иерархическом уровне.
5. Явления природы многофакторны.
6. Из огромного многообразия влияющих факторов для описания явления можно выделить несколько основных факторов.
7. Факторы делятся на активные движущие причины явления и ограничивающие условия протекания этого явления.
8. Одно и то же явление может находиться в разных наборах явлений по разным определяющим осям.
9. Многофакторность позволяет рассматривать совместно разные причинные оси. Можно использовать двухфакторные таблицы, трёхфакторные «кубы» и т.д.

Заключение

Человек в целях познания явлений природы может считать, что природа неосознанно и случайно использует многомерный морфологический ящик, по осям которого отложены числовые характеристики степени проявления основных причин изучаемого явления.

С использованием такого причинного морфологического ящика удобно решать научные задачи: находить причины явлений, объяснять причины изменения явлений и прогнозировать поведение изучаемых систем, находить новые явления.

Призываю Вас применять этот приём решения научных задач, а также другие: объединение альтернативных гипотез, причинную ось, диссимметрию, ресурсы, аналогию, противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Как делаются открытия: (Мысли о методике научной работы) / Г.С. Альтшуллер. - Баку, 1960. - 12 с. - Деп.в ЧОУНБ 11.07.1989 № 685.
2. Альтшуллер Г.С., Фильковский Г. Современное состояние теории решения изобретательских задач. Баку, 1975 // Фонд-Архив Генриха Альтшуллера (Г. Альтова). Выпуски 11-15. Информационный бюллетень ОО «ТРИЗ-Форум». Приложение. Челябинск, 2001, с. 30-64.
3. Кондратьев А.Н. О гипотезах причин формирования русел // Водные ресурсы, 2001, том. 28, № 5, с. 628-630.
4. Кондратьев А.Н. Прием решения научных задач «Переступить пределы» / А.Н. Кондратьев. Ильичево, 2001, 5 с. - Деп. в ЧОУНБ 29.08.01 № 2699.
5. Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков // Известия РАН. Серия географическая, 2000, № 4, с. 42-44.

6. Кондратьев А.Н. Противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент / А.Н. Кондратьев. Ильичево, 2001. – 5 с. - Деп. в ЧОУНБ 21.05.01 № 2662.
7. Кондратьев А.Н. Три режима движения жидкости: турбулентный, ламинарный и кавитация / Актуальные проблемы естествознания. Тезисы конференции. Самара, 2001, с. 200.
8. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеоиздат, 1982, 272 с.
9. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М., МГУ, 1988, 264 с.
10. Машина открытий. Компьютерная программа. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2000610103.
11. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. СПб, Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.
12. Рапацевич Е.С. Словарь-справочник по научно-техническому творчеству. Минск, 1995, 384 с.

8. Примеры и варианты использования определяющих «осей» явлений для решения научных задач (меандрирование, кавитация, гряды, кольцевые течения, циклон и др.)

(Опубликовано: Кондратьев А.Н. Примеры и варианты использования определяющих «осей» явлений для решения научных задач (меандрирование, кавитация, гряды, кольцевые течения, циклон и др.) / А.Н. Кондратьев. - Ильичево, 2002. - с. - Список лит.: с. (9 назв). - Деп. в ЧОУНБ 2003).

Ранее я подробно останавливался на причинах образования различных типов русловых процессов [3, 4, 6, 9]. Одним из факторов («причинной осью») является соотношение между тем, что может транспортировать поток, и тем, что приходится ему транспортировать. В зависимости от соотношения форма реки может быть или извилистая, или прямая, или разветвлённая.

Появилось желание рассмотреть самые различные потоки. Толчком явилась книга, в которой описывались морские течения и так называемые мутьевые потоки в океане.

Что такое речной поток? Движение воды в твёрдых стенках с перемещением твёрдых взвесей (упрощённо)

Что такое морское, океанское течение? Движение воды в жидких стенках. Взвеси нет (та же жидкость). Хотя на самом деле, думаю, взвесь есть – микроорганизмы, мельчайшие частицы, даже тепло!

Что такое мутьевой поток? Движение воды в жидких стенках со значительным количеством мути.

Фактически получается, что большой разницы между течением и мутьевым потоком нет. И там, и там поток жидкости.

Итак, потоки могут быть разные: твёрдые, жидкие и газообразные. Среда, в которой происходит распространение потока, также может быть

твёрдой, жидкой и газообразной. Также могут быть различны и несомые потоком частицы, «наносы»: твёрдые, жидкие и газообразные.

Построим «морфологические ящики» [2]:

Среда распространения твёрдая

		Поток		
		Твёрдые	Жидкие	Газ
Наносы	Твёрдые	Ледник	Река	Ветер с наносами над землёй
	Жидкие	Ледник, тающий внутри	Река без наносов (лоток)	Ветер с капельками над морем
	Газ	Вулканическая лава (получится пемза)	Поток с пузырями	Ветер

Среда распространения жидкая

		Поток		
		Твёрдые	Жидкие	Газ
Наносы	Твёрдые	Выпадение осадков на дно	Мутьевой поток	
	Жидкие	?	Морское течение	
	Газ	?	Течение с пузырями	

Среда распространения газообразная

		Поток		
		Твёрдые	Жидкие	Газ
Наносы	Твёрдые		Струя с наносами	Ветер с наносами
	Жидкие		Струя	Ветер с капельками (в облаке)
	Газ		Струя с пузырями	Ветер в стратосфере

Я не смог заполнить все кубики приведённого выше куба по трём определяющим факторам. Помогите, кто знает!

В чем я глубоко уверен: все потоки могут иметь различную форму. И эта форма может быть: извилистой, прямой и разветвлённой. Причиной существования этих трёх основных форм является соотношение между «силой течения» и «силой сопротивления» этому течению.

Например, почему Гольфстрим извилистый? Потому что его движущая сила больше силы сопротивления. В результате слишком энергичное течение удлинняется, изгибается, и даже очень сильно изгибается. Вплоть до того, что соседние петли касаются друг друга (совсем как при

свободном меандрировании в реках), перешеек спрямляется, а отторгнутая излучина течения продолжает вращаться в замкнутом отдельном кольце течения.

Таков механизм образования кольцевых течений, которые сопровождают все «нормальные» течения. В океанологической литературе идут поиски объяснения образования кольцевых течений. Возможно, что предлагаемая гипотеза заслуживает рассмотрения.

А может ли быть разветвлённое течение? И да, и нет! Оно не может быть из-за того, что такое течение является противоположностью обычным привычным для всех струйным течениям. В нём сила сопротивления, напротив, больше, чем движущая сила, то есть течения не получается, образуются вялые неупорядочные движения водных масс в водной толще. То есть это «не течение», но именно такое движение важно для поиска причин образования привычных течений. «Нетечение» является противоположностью для течения.

И опять повторю то, что я много раз говорил для рек: нельзя быть специалистом по одному типу руслового процесса, знать меандрирование и не знать пойменную многорукавность. Можно быть только специалистом по всем типам рек сразу. Тогда можно понять и каждый тип отдельно. Также и здесь. Наверное, не может быть специалиста по течениям. Надо охватить все виды движения жидкости, тогда, выстроив разные виды движения (и недвижения) жидкости по определяющему фактору, удастся объяснить и генезис течений.

В-первые об этой идее я услышал у нашего преподавателя синоптики. Он сказал, что не может быть специалиста по циклону или антициклону, или по теплomu фронту или холодному фронту. Только поняв весь синоптический «комплекс» из циклонов, антициклонов, фронтов, можно понять каждый из них в отдельности.

Кстати, об образовании циклонов! (И сразу - других синоптических образований). Просто циклон характерен, красив, в некоторой степени обособлен, показателен, за него цепляется глаз исследователя. А ведь то же происходит и в русловедении. Всем интересно меандрирование! Да, оно красиво, но ведь это только один из частных случаев. Правда, крайний случай, это верно. На нём часто концентрируется внимание исследователей русловых процессов. Также концентрируется и изучение на одной из характерных форм движения донных наносов – грядах, а ведь существуют и другие формы движения влекомых наносов, но они или менее морфологически выражены – гладкая фаза – или реже происходят в «обычных» условиях – антидюны. (Но об этом позже!)

А сейчас рассмотрим образование циклонов. Подразумеваю на самом деле – образование всех синоптических образований! Как образуется циклон? Как неспециалист, я могу сказать некую несуряицу, но основную идею прошу заметить и обдумать. Буду благодарен уважаемым синоптикам.

Одна часть земной поверхности нагрета больше, другая меньше. Над каждой частью формируются соответствующие воздушные массы. При некоем несоответствии образуется... Тут надо вспомнить всё, что говорится Митрофановым о диссимметрии [7, 8]. Если вкратце, то раз-

ность является причиной всех явлений. А разность между тем, что может «делать» (по внутренним свойствам) объект, и тем, что приходится ему «делать» (из-за внешних причин), компенсируется внешним изменением этого объекта. Происходит явление.

В зависимости от знака и степени разности образуются различные явления, которые по сути как раз не различны, а имеют единую суть, родственны между собой. Частным случаем таких морфологических реакций объекта на движущую диссимметрию является 1) извилистость, 2) отсутствие изменений (при равенстве воздействия и сопротивления), 3) разрывы – как противоположность извилистости. Вспомните формы земной коры. Они как раз могут быть трещинами (разрывами), слоями или изгибами (извилистость).

Также и при образовании синоптических образований. Сначала линия соприкосновения теплой и холодной воздушных масс (фронт) прямая. Затем при превышении порогового значения между X и Y образуется извилистость. В зависимости от степени несоответствия (количественного соотношения) между этими X и Y или увеличивается степень извилистости фронта, или развитие извилистости приостанавливается. Всем интересно, конечно, развитие извилистости. Далее рассуждаем по аналогии с меандрированием рек и океанских течений. При прорыве перешейка между отдельными излучинами реки, или отдельными петлями течений, или соединении фронтов, образуется циклон. Развиваясь всё далее и далее, он превращается в тайфун и т.п.

А что же, если разность между X и Y обратна? Каков обратный эффект к циклону? По нашей аналогии должна развиваться разветвленность. То есть фронт должен рассасываться.

Каков вывод? То многообразие потоков, которое мы рассмотрели в морфологическом кубе в начале наше рассуждения, по сути можно изучать единым подходом. В качестве причины каждого потока надо искать 1) движущую силу, 2) силу сопротивления. По их соотношению в результате уменьшения (компенсации) движущей разности получают два противоположных по морфологии вида явлений. Один из них извилистый (смятие, как крайняя форма - отрыв отдельных петель), другой – разрыв (трещины, дырки, растяжения и т.п.).

Пример с разными типами движения влекомого наносов по дну реки. Это гряды, гладкая фаза и антидюны. Гряды – это песчаные (или гравийные) барханы на дне реки, гладкая фаза – массовое бесструктурное влечение наносов по дну, антидюны – тоже гряды, но совсем другого типа, образуются при больших скоростях потока (большой кинетичности потока). Антидюны движутся вверх потока; наносы двигаются, конечно, вниз по течению, а форма их транспорта, антидюны двигаются вверх за счёт размыва низового откоса и набрасывания частиц на верховой откос. Гряды и антидюны являются противоположными формами транспорта влекомого наносов с промежуточным режимом гладкой фазой. Ранее я думал, что гряды – это аналог меандрирования.

Так вот теперь я пришёл совсем к другому, противоположному выводу, что аналогом меандрирования (помните, активного!, оно является результатом относительно высокой транспортирующей способности,

чем вялая, отлагающая наносы русловая многорукавность)... Аналогом меандрирования являются как раз антидюны. Аналог промежуточного состояния - прямая русла – гладкая фаза транспорта наносов. А вялая противоположность – обычные гряды. («Обычные», потому что гряды в реках встречаются чаще).

Помните, наверное, и пример с тремя режимами движения жидкости: традиционные ламинарный и турбулентный режим и сиротливо забываемый обычно кавитационный режим. Кавитация – противоположность турбулентного режима, а ламинарный режим – промежуточное состояние [5].

Для решения своих научных задач выискивайте то соотношение, разность, диссимметрию, которая определяет ваше явления. Очень часто это соотношение между внешним воздействием и внутренними силами. Форма явления – это ответная реакция на эту диссимметрию.

Затем переворачивайте соотношение, ищите то явление, которое образуется при обратном соотношении сил. Это явление тоже есть! Часто оно менее выражено или реже встречается, чем то, к которому всегда было приковано Ваше внимание. Главное, что оно есть. Есть и третье, промежуточное состояние при балансе этих воздействий.

Конечно, три состояния условны. Они нам нужны для акцента на двух крайних, противоположных состояниях и на середине. На самом деле существует целый ряд форм явления, плавно переходящих одна в другую при изменении определяющего фактора. Иногда эти формы кажутся противоположными, несовместимы, а на самом деле они все растут из одного корня.

Найдя же такие противоположности, в Ваших руках появится инструмент для поиска неизвестных модификаций явлений в обычных рамках - «белых пятен», Вы сможете «переступить пределы» [1], и обнаружить другие морфологические оси (см. об этих приёмах решения научных задач в выпусках рассылки [6] и на сайте [9]).

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Как делаются открытия: (Мысли о методике научной работы) / Г.С. Альтшуллер. - Баку, 1960. - 12 с. - Деп.в ЧОУНБ 11.07.1989 № 685.
2. Кондратьев А.Н. Морфологический ящик природы / А.Н. Кондратьев. - Ильичево, 2002, 7 с. Деп. в ЧОУНБ 27.02.2002 № 2044.
3. Кондратьев А.Н. Объединение альтернативных гипотез на формирование русел./ Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. V конференция. Труды. М., 1999, с. 312-315.
4. Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков // Известия РАН. Серия географическая, 2000, № 4, с. 42-44.
5. Кондратьев А.Н. Три режима движения жидкости – ламинарный, турбулентный и кавитация / 2-ая Международная научная конференция «Актуальные проблемы современной науки». Самара, 2001, с. 200.
6. Как делать открытия. Приёмы решения научных задач. Рассылка <http://subscribe.ru/catalog/science.natural.triz>
7. Машина открытий. Компьютерная программа. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2000610103.

8. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия, СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга. 1998, 395 с.
9. Русловые процессы и ТРИЗ <http://bedload.boom.ru>

9. Приём выведения общих правил (на примере причины меандрирования рек)

(Опубликовано: Кондратьев А.Н. Прием выведения общих правил (на примере причин меандрирования рек) / А.Н. Кондратьев. - Ильичево. - 5 с. - Список лит.: с. 5 (5 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 21.05.01 № 2661).

Рассмотрим заголовок для уяснения цели настоящей работы. Вот как определены слова, составляющие название статьи в словаре [4]: “Приём – способ в осуществлении чего-либо”, “Вывести – умозаключить, прийти к чему-нибудь на основе анализа, *сущ.* выведение”, “Общий – свойственный всем, касающийся всех”, “Правило – положение, в котором отражена закономерность, постоянное соотношение каких-либо явлений”. В результате получается: “Приём выведения общих правил” – “Способ прийти на основе анализа к положениям, в которых отражены закономерности, свойственные всему”.

Побудительной силой при поиске ответов на загадки Природы является стремление получить ответ на вопрос: “Почему?” Поэтому целью решения научных задач обычно является нахождение причин исследуемого явления. Можно считать, что “нашёл причину, значит – решил задачу”.

В конце научного поиска результатом решения научных задач является выяснение некой не известной до этого зависимости. Приведём определение: “Зависимость – отношение одного явления к другому как следствия к причине” [4].

Для каждой конкретной задачи этого обычно более, чем достаточно. Хотя потом, конечно, появляется ворох новых задач, которые тоже манят к себе решателя и задают вечный вопрос: “Почему?”

Но остаётся желание получить большее от найденной зависимости. Оказывается, что почти всегда удастся расширить полученную зависимость на более общий класс явлений, а затем, возможно, и ещё на более общий класс явлений. На основе полученной зависимости между следствием и найденной причиной оказывается возможным формально вывести обобщённое правило. Определение слова “Правило”: “Положение, в котором отражена закономерность, постоянное соотношение каких-нибудь явлений” [4].

Итак, любое рассматриваемое явление в природе является представителем, частным случаем некой более общей закономерности. И мы, исследователи, на основе конкретной полученной нами зависимости всегда можем вывести более общее правило.

В данной работе представлен вариант алгоритма вывода правила из конкретной полученной зависимости. Его можно назвать “обобщением” и представить так:

1. Выразить словами полученную зависимость. Это можно сделать в любой удобной форме.
2. Выделить в полученной зависимости 2 явления, одно из которых – причина, а другое – следствие.

3. Упростить формулировку зависимости, отбросив менее существенные детали и оставив сущностные слова по схеме:

Качество явления 1 (причины),
название явления 1 (причины),
“*приводит к*” или “*является причиной*”,
качество явления 2 (следствия),
название явления 2 (следствия).

4. Заменить названия явлений на их физические описания.
5. Выяснить класс явлений, к которым принадлежит причина.
6. Выяснить класс явлений, к которым принадлежит следствие.
7. Сформулировать обобщённое правило, заменив в формулировке конкретной закономерности названия причины и названия следствия названиями соответствующих классов явлений (обобщённое правило по классу явлений):

Качество причины,
название класса причины,
“*приводит к*” или “*является причиной*”,
качество следствия,
название класса следствия.

8. Обобщённое правило по качеству. Сформулировать обобщённое обобщающее правило, заменив названия класса причины на слова “все”, “любое” и т.п. и опустив класс следствия:

“*Всё, любое*” качество причины, “*приводит к*” или “*является причиной*”, качество следствия.

Пример. Причина образования меандрирования.

1. Выразить словами полученную зависимость.
“*Выяснено, что одной из причин образования различных типов русел (в том числе – меандрирующих) является относительная транспортирующая способность потока [2].*”

2. Выделить в полученной зависимости 2 явления, одно из которых – причина, а другое – следствие.

Причина (явление 1): относительная транспортирующая способность потока.

Следствие (явление 2): образование меандрирующих русел.

3. Упростить формулировку, отбросив менее существенные детали и оставив сущностные слова:

“*Относительная транспортирующая способность потока является причиной образования меандрирующих русел*”.

4. Заменить названия явлений их физическим описанием:

Относительная транспортирующая способность потока – соотношение между транспортирующей способностью потока и поступлением наносов в реку.

Меандрирующие русла – извилистые русла.

Получается:

“Неравенство между тем, что может транспортировать река и тем, что приходится транспортировать реке, является причиной образования извилистых русел”.

5. Выяснить класс явлений, к которым принадлежит причина.

Может транспортировать река – возможность реки.

Приходится транспортировать реке – необходимость реки.

6. Выяснить класс явлений, к которым принадлежит следствие.

Русло – форма рельефа.

7. Сформулировать обобщённое правило, заменив в формулировке конкретной закономерности названия причины и названия следствия названиями соответствующих классов явлений:

“Неравенство между тем, что может (делать, выдерживать) форма рельефа и тем, что приходится (делать, испытывать) форме рельефа, является причиной извилистости формы рельефа”.

Примеры: “дюны, барханы и эоловые гряды, подводные береговые валы, солифлюкционные натечные террасы, валы на поверхности лавовых, оползневых, курумовых, грязекаменных потоков, гряды на залесённых крутых склонах, морщины на теле грязекаменных глетчеров, изгибовые дислокации верхних слоёв литосферы в плейстоценовых областях катастрофических землетрясений, волны ряби на дне водоёмов” [5]. Добавим: гряды, дюны, бары и побочки на дне рек [1].

8. Сформулировать обострённое обобщающее правило, заменив названия класса причины на слова “все”, “любое” и т.п. и опустив класс следствия:

“(Любое) неравенство между тем, что может (делать) нечто и тем, что приходится (делать) этому нечто является причиной (любой) извилистости”.

Обобщённое правило: “(Любое) неравенство между тем, что может (делать) нечто и тем, что приходится (делать) этому нечто является причиной (любой) извилистости”.

Можно обобщить и дальше:

“Любое неравенство является причиной некоего явления”.

Получается **формулировка диссимметрии В.В. Митрофанова** [3].

Для чего это нужно?

Получается, что, выяснив некоторую конкретную зависимость, мы можем получить решение большого количества других аналогичных загадок природы. И аналогия здесь получается глубже, не только по внешнему подобию явлений, а по подобию зависимостей между явлениями.

Решение нашей конкретной задачи является одной из ягочек в грозди аналогичных задач. Об этом замечательно говорит В.В. Митрофанов в известной книге [3]. Решив нашу задачу, мы получаем решение и всех подобных задач.

Фактически мы автоматически получаем подсказку о решении:

- аналогичных задач,
- явлений того же класса,
- более общих явлений.

Гарантии решения в этом случае, конечно, нет. Но важна идея, мы получаем гипотезу. Что уже само по себе очень важно.

Выводы:

Результатом решения научных задач является выяснение некой не известной до этого зависимости, то есть нахождение причины явления.

На основе полученной зависимости между следствием и найденной причиной оказывается возможным формально вывести обобщённое правило.

Предлагается алгоритм вывода правила из конкретной полученной зависимости.

Обобщённое правило выводится по классу явлений и по качеству явлений.

Показано, что обобщённая причина образования меандрирования рек является так же причиной образования многих других извилистых явлений.

Дальнейшее обобщение рассмотренной в примере зависимости приводит к формулировке диссимметрии В.В. Митрофанова.

Любая полученная нами зависимость даёт возможность получить решение большого количества других аналогичных загадок природы по подобию зависимостей. Получается мощная прогностическая подсказка. Для аналогичных задач имеется готовая гипотеза.

Литература.

1. Кондратьев А.Н. Извилистые формы рельефа и разность – причина их образования / Морфология рельефа. Материалы Иркутского геоморфологического семинара, Чтений памяти Н.А. Флоренсова. Иркутск. 1999, с. 47-48.
2. Кондратьев А.Н. Соотношение транспортирующей способности потока и стока наносов как условие формирования русел рек разных типов // Геоморфология, № 3, 1999, с. 14-18.
3. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.
4. Ожегов С.И. Словарь русского языка: 70 000 слов/ Под ред. Н.Ю. Шведовой. 21-е изд., перераб. и доп. М., Рус. яз., 1989, 924 с.
5. Уфимцев Г.Ф., Тимофеев Д.А., Симонов Ю.Г. и др. Генезис рельефа, Новосибирск, наука, Сиб. предпр. РАН, 1998, 176 с.

10. Что значит «доказать»?

(Опубликовано: Кондратьев А.Н. Что значит "доказать"? / А.Н. Кондратьев. - Ильичево, 2002. - 5 с. - Деп. в ЧОУНБ 17.09.2002 № 2820).

*Один человек никогда не понимает другого человека.
Им иногда только лишь кажется, что они поняли друг друга...*

*Наивные!
(частное мнение)*

Может ли один человек что-либо доказать другому человеку?

Утверждаю, что нет!

Давайте разберемся, на самом ли деле это так.

Все знают, что все люди разные. Каждый мыслит по-своему и даже живёт в своём обособленном мире. У каждого свой уникальный, не известный другим жизненный опыт. Даже в конкретные слова каждый вкладывает свой смысл. А образы, аналогии у всех свои. Поэтому, передавая словесно свои мысли другому человеку, на самом деле передаётся лишь набор некоторых фраз, которые далеко не полным образом отражают те мысли, которые пытался передать говорящий. А затем происходит второе искажение. А слушающий человек в свою очередь на основе полученных словесных построений пытается представить что-то своё, но вообразить ему на самом деле удаётся что-то другое.

Сейчас хочу рассмотреть доказательство в науке. Возможно ли доказать новое в науке? И стоит ли вообще этим заниматься?

Так вот я считаю, что в науке новое доказать не возможно и даже бесполезно.

Оппонент: Возможно, можно согласиться с твоим утверждением лишь частично – что в науке нельзя доказать нового только в некоторой группе наук. Все науки можно разделить на аксиоматические, в которых существует система аксиом и из которых выводится всё остальное, и эмпирические, в которых знание представляет собой сумму неких выведенных обобщений в некоторой степени связанных между собой. В отличие от тебя я думаю, что в аксиоматических науках с помощью логических доказательств можно доказать или опровергнуть любое утверждение. В эмпирических науках, где нет чётких правил вывода заключений, действительно, доказать новое утверждение трудно.

Ответ: Вы совершенно правы. Аксиоматические науки описывают ту область знаний, для которых и выведены (или допущены) эти аксиомы. Возможно ли с их помощью доказать или опровергнуть действительно новое, то новое, что выходит за рамки, очерченные условиями действия аксиом? Нет, на основе старой аксиоматической системы не возможно доказать или опровергнуть то утверждение, которое выходит за рамки теории. Примеры – евклидова и неевклидова геометрии, механика Ньютона и теория относительности. Новые предположения, расширяющие, а, возможно, и изменяющие систему «аксиом» или правил (иногда – догм!), потому и являются новыми, что они не доказуемы, не выводимы из системы «аксиом» или «правил», принятых в настоящий момент в данной отрасли науки.

Кроме того, я думаю, что степень аксиоматичности (строгости) или эмпиричности (неточности, приближенности) определяется не типом самой науки. Общеизвестно деление наук по строгости (своими словами): точные – математика, логика, приближающиеся к точным – гидромеханика, и приближительные в разной степени – география, астрономия, медицина. Возможно, некоторые из отраслей знаний ещё не являются науками в строгом современном смысле, как, например, некоторые отрасли медицины, знания о «сверхъестественном» и т.п. Так вот степень строгости науки, конечно, зависит от объекта (или области) исследований, но на самом деле, главным образом, представляет собой степень развития этой науки. Думаю, что каждая наука постепенно проходит разные степени «точности» от незнания к знанию. Математика в про-

шлом тоже была эмпирической наукой. Или, например, астрономия (или космогония). Представления об устройстве мира изменялись от начальных, не научных представлений к геоцентрической системе, а затем к гелиоцентрической. И понятно, что это не конец развития научных представлений.

А наука о русловых процессах, которой я занимаюсь, всё ещё находится на ранней эмпирической стадии развития. Да, выдвинуто несколько обобщений. В разных школах они разные, некоторые противоречащие друг другу. Но по большому счету в русловых процессах ещё и не геоцентрическая система понятий, а Земля до сих пор покоится на трёх слонах, если провести сравнение с астрономией. То есть русловые процессы – не паханое поле!

Оппонент: Да, и каждый исследователь стоит на своем крошечном участке и утверждает, что оно не паханое!

Ответ: Верно! Наука о русловых процессах занимает крошечный кусочек научного знания. Она очень мала и по численности людей, занимающихся ею в мире. Но я хорошо знаю только об этой отрасли, и приходится приводить примеры из неё. Это обычная слабость и сила всех специалистов. (Например, см. специфические примеры из электроники у В.В. Митрофанова в книге «От технологического брака до научного открытия» и в компьютерной программе «Машина открытий»). В то же время, я убеждён, что если удастся «возделать» моё или какое другое маленькое поле, то и автоматически в руки попадают рычаги для разработки и большого количества других научных «полей». Например, я уже пришел к выводу об эффективности приемов решения научных задач, предложенных В.В. Митрофановым. Особенно я убедился в действительности приемов «объединение альтернативных гипотез» и «диссимметрия».

Объединение альтернативных гипотез, применённое мною в русловых процессах, позволило из плена односторонности основные русловые школы. Эти русловые школы противоречили друг другу. Каждая из них утверждала, что за развитие русловых деформаций отвечает свой руслоформирующий фактор. Объединение, а не противопоставление!, этих воззрений позволило исключить минусы обоих отдельных подходов, перейти на качественно новую ступень развития знаний о развитии русел. Действительно за развитие рек, конечно, отвечает не один фактор, а комплексное развитие нескольких основных. Как говорил А.В. Лимаренко, чаще бывает не «или – или», а «и – и». Потом мне удалось рассмотреть комплексное воздействие трёх и четырёх факторов, один из них – фактор Н.С. Знаменской, другой – ограничивающие факторы. Затем рассмотрел проекции этих четырёх факторов на различные двумерные «плоскости» действующих факторов. Получились двумерные матрицы (двумерная типизация) типов русловых процессов, позволяющие прогнозировать изменения типов русловых процессов при изменении определяющих факторов.

Оппонент: Тут можно увлечься, и продолжать объединять и объединять определяющие факторы до огромного числа: и от этого зависит, и от этого, нагромождать и нагромождать дальше. Может получиться так, что потеряется качество. Уже невозможно будет объяснить такой много-

мерный процесс. Аналогия – при социализме говорили: «Партия – авангард». Получается противоречие. Авангард, это малый передовой отряд в чем-либо, авангард находится на острие, он выделяется на общем фоне, это что-то исключительное. Но если в партии 20 миллионов, то она просто по определению не может быть авангардом. А если будет не 20 миллионов, а 20 миллиардов? Явный пример перехода количества в качество (изменения качества при изменении количества). Или, например, как можно разрушить НАТО? Ни в коем случае не противопоставлять к нему, а вступить в него. И России, и вообще всем странам вступить. Тогда суть изменится, некому будет противостоять; фактически, если все страны войдут в НАТО, то его самого уже как и не будет!

Ответ: Верно. Надо ограничиться в количестве определяющих факторов разумным числом. Например, я глубоко убежден, что на развитие русловых деформаций (или рост ледеды) оказывает несомненное влияние Луна, её вращение вокруг Земли и взаимное расположение Луны и Солнца. Надеюсь, что с этим мало кто поспорит. А как же – Луна не влияет на реки? Конечно, влияет!

Оппонент: Да, например, ночные блики Луны на поверхности рек.

Ответ: Вот именно. Но в то же время я глубоко убежден, что это влияние ничтожно. Настолько ничтожно, что о нём не стоит и говорить. Это уже право, или обязанность, или искусство учёного определить – какие факторы значительно влияют на изучаемое явление, а какие – «не сильно», а точнее – какие включать в свою «модель», а какие – не включать.

Например, в русловедении существует несколько определений самих «русловых процессов». То есть, на самом деле определение науки показывает, что принимать в рассмотрение, а что заранее опустить. Школа Н.Е. Кондратьева определяет русловые процессы как изменения русла под действием только движущейся воды. И это верно, ведь именно этот фактор является главным. У них даже подчеркивается не «русловые процессы», а «русловой процесс» в единственном числе. Другие русловые школы рассматривают русловые процессы шире и включают в рассмотрение и многие другие руслоформирующие факторы и другие причины. И это тоже верно. Просто это более широкое рассмотрение. Широта, степень рассмотрения любого явления может быть разной. Какую выбрать – в этом право каждого учёного. Но, заметьте, не правых нет, опять все правы – всё зависит от степени широты взглядов.

Теперь приходим к вопросу об «оптимальном» количестве рассматриваемых определяющих факторов. Знаем, что мало – это мало, то есть плохо, и много – это много, тоже плохо. Сколько надо? Я не знаю.

Оппонент: Теперь возвращаюсь к основному вопросу – можно ли доказать новое к науке? Для «точных», аксиоматических наук – если доказываемое находится в сфере действия аксиом, то можно. Для эмпирических наук, действительно, наверное, нельзя.

Ответ: Если доказываемое находится в сфере действия существующих аксиом, то это доказываемое не является новым. Оно потому и новое, что выходит за рамки старого. Оно потому и новое, что не доказуемо в старой системе, нужна новая система.

То, что факты не являются доказательством, уже столько сказано, что не буду повторяться. Факты сами по себе ничего не доказывают. «Доказывают» факты, облечённые в гипотезу, парадигму по Куну. Например, ход Солнца по небесному своду – это факт? Конечно факт. Можно спросить кого угодно, и он подтвердит, что это так. Только лишь принарядивши любой факт в его объяснение, факт становится «доказательством» или «опровержением». Факт можно повернуть в любую сторону.

Поэтому, как доказывать, по настоящему доказывать – неизвестно. Дополнительно и даже в первую очередь, я имел в виду совсем другую сторону вопроса – человеческий фактор. Последователи старого течения в науке (существующей парадигмы) просто не в состоянии признать нового. Такова сущность человека. На существующих представлениях устроена их многолетняя карьера, звания и т.п. У них есть огромный опыт, подтверждающий правоту их воззрений. Так устроено. Зачем им менять неизблемое? И зачем покачивать своё благополучие?

Когда я начал заниматься своими исследованиями в русловедении, то чистосердечно считал, что развиваю то направление, на котором был воспитан – гидроморфологическую теорию русловых процессов. Но встретил мощное неприятие на семинарах в своем НИИ, когда пытался донести свои микрооткрытия. Сначала я не понимал, почему это происходит, хотя и был подготовлен книгой Альтшуллера и Верткина о неприятии нового. Потом я понял, что хотя я и развиваю эту теорию, но на самом деле я её опровергаю, потому что вношу по-настоящему новое. А застенчивые апологеты старого, конечно, не принимают этого. Все правильно, логично и естественно. Получается, что по степени неприятия новшеств можно оценивать степень их новизны.

Смешной пример консерватизма: В отчете по научно-исследовательской теме о русловых деформациях какой-то реки (кажется, Белой) в главном разделе о развитии русла в первом абзаце первая фраза такова: «Река ... (Белая) развивается в соответствии с гидроморфологической теорией русловых процессов». Точка. А река-то и не знает о том, что она развивается в соответствии с какой-то теорией. Беденькая, развивается, и всё! И это на полном серьёзе. Так и написано в отчёте. Я не шучу.

Поэтому доказывать новое не надо. Его надо развивать. Это новое само или докажет свою правоту или свою несостоятельность.

Оппонент: Как я рад, что ты до этого дошёл в относительно молодом возрасте. А многие, действительно, годы теряют на ненужное внедрение.

Ответ: Согласен, нужно развивать. В то же время, я удивляюсь, что существует большое число откровенно не верных, но признанных утверждений. Они кочуют из книжек в учебники, а там укореняются, а верные утверждения часто упрощаются донельзя и тем тоже извращаются. Опять о «и – и». Интересно, что большинство учёных правы. Хотя их утверждения могут противоречить друг другу. На самом деле один автор сказал об явлении в одних условиях, но не уточнил, или сам не заметил, что это надо указать, или сказал, да последователи не поняли, или не по-

считали нужным уточнять, а другой автор – рассматривал то же самое явление при других условиях или ограничивающих факторах. И тоже не уточнил. А на самом деле оба правы, только рассматривают явления в разных концах оси определяющих факторов. Например, в той же гидроморфологической теории русловых процессов авторы рассматривали типизацию не всех рек, а равнинных, и то не всех, а равнинных широкопойменных, не врезанных. Выделено семь типов русловых процессов. И сами авторы честно об этом вначале проговорили, а затем где-то опустили, не уточнили. Последователи, тем более, затем об этом даже и не подумали. Сложилось впечатление, что эти семь типов описывают все реки. Конечно, так хотелось – иметь универсальную, всеобъемлющую типизацию. И в сознании последователей так и стало.

Я был свидетелем интереснейшей ситуации, когда в кабинете у заведующего отдела сидел заместитель с картой в руках, на которой была изучаемая река. Нужно было определить тип руслового процесса этой реки, потому что это действительно важно. Определение типа русловых процессов даёт в руки средство прогнозирования размывов и намывов берега и дна по схеме, соответствующей каждому типу руслового процесса. Заместитель сидел и мучился: «Смотрите, река извилистая, это должно быть свободное меандрирование. Но извилины какие-то странные, не похожие на те, которые обычно бывают при меандрировании». У него была цель посадить свою реку в один из упомянутых типов. Других он просто не знал. Всего силами было необходимо записать речку в какую-нибудь из семи жёстких заданных ячеек признанной типизации. Я даже по карте видел, что река эта врезанная, то есть такая, к которым не приемлема типизация ГГИ. Но это слово «относилось» к другой, оппозиционной русловой школе. Его нельзя было произносить, и я оставил начальников заниматься втискиванием реки в заветные ячейки и дальше. В этих стенах нельзя было произносить слово «врезанная», таких типов руслового процесса здесь просто не было!

Выводы:

Последователи современной науки всеми силами стоят за неизменность существующих научных знаний. По-настоящему новое знание, кардинально меняющее представления не нужно и потому преследуемо.

Разработчик нового знания не должен попадать в ловушку: «А, докажи!» и упираться в «доказательстве» своей правоты. Это бесполезно. Он должен продолжать разрабатывать свою новую парадигму.

Новое само докажет свою верность или ошибочность.

Добавление о гипотезе и теории.

«Гипотеза» и «теория» разделяются на самом деле невидимой гранью. И переход через эту грань осуществляется более по психологическим и общественным законам, а не по соответствию «гипотезы» или «теории» практике («фактам» – мы уже с Вами говорили, что такое «факт»). Господствующее воззрение в науке принято называть теорией. А все оппозиционные новые воззрения получают ярлык гипотезы. (А отжившая «теория» продолжает носить титул или «предыдущей теории»

или «заблуждений» в зависимости от степени несоответствия её новой господствующей догме). То, что признанно – то и «теория», что не признано – «гипотеза». Получается, что от количества приверженцев к какой-либо идее зависит признание или не признание этой идеи. Например, для разработчика идеи его «гипотеза» на самом деле уже может быть работоспособной, для него она теория, а для всех остальных – «домысел» (или «вымысел»).

В русловедении одна из школ присвоила себе название, в которое входит слово «теория»: «гидроморфологическая теория руслового процесса». Является ли она теорией на самом деле? Как видим, все зависит от степени её признания. Для последователей она действительно является работоспособной теорией, при помощи которой выполняется реальное прогнозирование русловых деформаций. А для альтернативных школ, которые используют свои подходы, эта «теория», конечно, не «теория», а набор заблуждений.

ЧАСТЬ 3. Применение приемов решения научных задач в русловедении

1. Условия формирования русел

(Публикуется впервые)

Все объекты во Вселенной обладают свойством взаимного притяжения, которое пропорционально массам притягивающихся объектов и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними.

Рассмотрим систему, состоящую из звезды Солнце и притягивающейся, вращающейся вокруг неё планеты Земля.

Вещества во Вселенной могут находиться в нескольких агрегатных состояниях. Среди них главную роль в генезисе рек играют три состояния: газообразное и жидкое (для потока) и твёрдое (для русла).

Планета Земля сложена горными породами. Поверхность планеты находится, в основном, в твёрдом состоянии.

Планета Земля имеет атмосферу – газообразную оболочку.

На Земле распространено вещество вода. Теплота звезды обеспечивает газообразное, жидкое и твёрдое состояния воды на планете Земля. В жидком состоянии вода, как и другие жидкости, имеет свойство течь.

Вращение Земли вокруг Солнца и вокруг своей оси приводит к временным изменениям нагрева Земли. Неравномерное нагревание участков Земли приводит к испарению воды (переходу из жидкого в газообразное состояние) и конденсации (обратному переходу).

Вода в газообразном состоянии находится в атмосфере в разном виде, в частности, в виде облаков. Конденсация воды происходит в разных видах; из облаков это происходит, в частности, в виде дождей и снега.

Жидкая и твёрдая вода под действием силы тяжести выпадает на поверхность планеты.

Разнообразные геологические внутренние и внешние силы, действующие на планете, изменяют поверхность планеты. Форма Земли близка к шару; на поверхности этого шара есть впадины, повышения (горы) и относительно плоские участки.

Относительно большое количество воды на планете привело к образованию различных форм водных объектов.

Глубокие и большие понижения (океаны и моря) постоянно залиты водой. Есть сухие участки планеты (суша).

Большая часть суши имеет уклон (не горизонтальна). Любая жидкость, расположенная на наклонной поверхности под действием силы тяжести стекает в более низкие участки.

Вода, находящаяся на поверхности суши, под действием различных сил ведёт себя разными способами, в частности, испаряется, фильтруется внутрь горных пород и стекает по поверхности склона.

Сток воды осуществляется двумя основными способами: стоком по склону и по специфическим удлинённым понижениям – руслам.

Русла бывают временные и постоянные. Одной из форм стока вод является сток по постоянным руслам в виде рек.

Участки суши сложены грунтами, различными по размываемости водой. Некоторые грунты размываются (несвязные), другие плохо размываются (связные) или совсем не размываются (скальные).

Реки развиваются в неразмываемых (скальных и глинистых) или размываемых условиях (аллювиальные).

Деформациям рек могут препятствовать различные ограничивающие факторы (неразмываемые берега и дно).

В случае значительного проявления ограничивающих условий, форма русла определяется этими условиями.

В размываемых грунтах текущая вода приводит к размывам (деформациям) берегов и дна рек.

Размываемые горные породы переотлагаются – размываются в одних местах и отлагаются в других местах.

Форма размываемых русел определяется относительной транспортирующей способностью потока. В зависимости от её величины форма реки может быть извилистой, прямой и разветвлённой (по типу русловой многоруканности).

Развитие реки в размываемых грунтах приводит к образованию слоя наносов, в котором происходят деформации русла рек.

Сток рек неравномерен во времени. При увеличении стока реки вода выходит из русла на окружающую часть аллювия – пойму.

Размыв аллювия при протекании воды по пойме может приводить к образованию дополнительных пойменных русел (проток). Получается разветвлённость по типу пойменной многоруканности.

Основными условиями формирования русел рек являются:

- 1) гравитация;
- 2) грунт находится в твёрдой фазе;
- 3) вода находится в жидкой фазе;
- 4) тепло Солнца;
- 5) вращение Земли вокруг оси и вокруг Солнца;
- 6) неровность поверхности планеты;
- 7) относительно большое количество воды;
- 8) существование связных и размываемых грунтов;
- 9) ограничивающие условия;
- 10) относительная транспортирующая способность;
- 11) затопляемость поймы;
- 12) другие.

Верхние перечисленные условия развития русел неизменны во всех реках, изучаемых людьми. Они всеми подразумеваются и даже забываются. (Возможно, есть и более общие условия, связанные со свойствами материи и др.). Человек может вмешиваться в более низкие усло-

вия развития рек. Возможно, до шестого пункта. Чем ниже в этой иерархии находится условие формирования русел, тем больше внимания ему уделяется, и тем более подробно оно описано.

2. Приемы решения научных задач в русловедении

(Опубликовано в сборнике: Географические идеи и концепции как инструмент познания окружающего мира / Тезисы XIV молодежной Всероссийской научной конференции (Иркутск, 17-19 апреля 2001 г.) Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2001, с. 14-15).

Русловедение (или теория русловых процессов) – одно из узких научных направлений географии. Каждая из узких научных дисциплин разрабатывает и применяет свои приёмы и методы решения научных задач. В то же время научные методы дрейфуют из одних разделов науки в смежные, а часто и в отдалённые другие разделы науки.

В русловедении используется набор приемов и принципов, помогающих системно представлять накопленные знания, решать научные задачи и в некоторой степени прогнозировать развитие науки о русловых процессах. Большинство приёмов было в разное время заимствовано из других географических и негеографических наук, в некоторых случаях эта историческая связь забыта, и теперь русловики добросовестно считают эти приёмы «своими». Их можно использовать в других географических направлениях.

Некоторые научные приёмы, применяемые в русловедении:

- принцип эмерджентности,
- принцип диссимметрии,
- принцип многофакторности и объединение альтернативных гипотез,
- ложная причина.

Принцип эмерджентности. Этот принцип заставляет подходить к каждому рассматриваемому процессу или явлению системно и выделять в нём иерархию вложенных структурных уровней. Этот принцип заключается в том, что каждый структурный уровень развивается по собственному закону, отличному от законов развития элементов системы. Понять законы, действующие на структурном уровне можно изучая развитие именно этого структурного уровня.

Например, в русловых процессах – насколько тщательно ни изучалось бы движение песчинок в реке, всё равно не возможно получить законы движения гряд, которые состоят из этого песка. Из законов движения донных гряд никаким образом не получишь схему развития речной излуины. Для того, чтобы понять причины образования какого-нибудь типа русловых процессов (например, русловой многорукавности) безрезультатно изучать именно этот тип русловых процессов и описывать закономерности, по которым развивается этот тип. Для нахождения причины образования любого типа необходимо рассматривать генезис сразу

всех типов русловых процессов, перейти на следующий структурный уровень.

В русловедение принцип эмерджентности внесла Н.С. Знаменская [1], опираясь на исследования Швевса в эрозиоведении [7]. Другие принципы системного подхода использовались и ранее Н.Е. Кондратьевым [3] и Н.И. Маккаевым [4].

Принцип диссимметрии. Это руководящий принцип при поиске причины изучаемого явления. В.В. Митрофанов подробно описал применение этого принципа в разных отраслях науки [5]. Принцип диссимметрии: «Если существует диссимметрия (разность, неравенство, отношение) между частями системы и обеспечивается взаимодействие между этими частями, то должен быть некий эффект».

Например:

- разность давлений приводит к ветру,
- разность потенциалов рождает электрический ток,
- разность поверхностных натяжений при различной обработке поверхностей приводит к изгибу пластинки,
- дерево зацветает из-за возникновения тока соков при положительной разности температур между кроной и корнями,
- любое движение через диафрагму под действием разности давлений,
- работа двигателя под действием разности давлений в разных цилиндрах.

Диссимметрия является удобным научным инструментом. На основе принципа диссимметрии можно дать советы по поиску новых явлений и объяснению их причин:

1. Если существует некая разность, то ищи производимый этой разностью эффект;

2. Если есть некий эффект, и ты ищешь его причину, то ищи разность, именно она является причиной.

Получается мощный рывок вперед: знаешь, что искать.

В русловедении разность между транспортирующей способностью потока (тем, что может транспортировать река) и поступлением наносов (тем, что приходится транспортировать реке), называемая относительной транспортирующей способностью потока, является причиной образования и существования различных типов русловых процессов – извилистых (меандрирующих), прямых и разветвлённых [2]. При увеличении поступления наносов в реку, образуются условия к смене типа русловых процессов – выпрямлению реки и образованию внутрирусловых аллювиальных образований. При увеличении транспортирующей способности потока, например, при спрямлении излучин, река реагирует на изменение руслоформирующих факторов изменением морфологического облика, появлением извилистости русла.

Наш маленький частный пример разности, являющейся причиной образования меандрирующих рек является частным случаем приведённого выше принципа диссимметрии. Эта частная формулировка гласит: «Если существует диссимметрия (разность, неравенство) между тем, что может делать (в самых разных значениях этого словосочетания) сам

предмет, и тем, что заставляют делать (предлагают, приходится, нагружают) этот предмет, то результат будет представлять или некую извилистость (изгиб, волнистость, смятие) или разряжение (растяжение, разрыв)».

Примеры извилистости: транспортировка ткани, трещины, Гольфстрим, дым из трубы, кровеносные сосуды, человек в обществе, мозг, контракция Земли, ДНК, кишки, лёгкие, волосы у негров, змея, походка пьяного, занавеска на окне, дюны, барханы, волны...

Отсюда советы:

1. Видишь такую специальную разность → ищи ту извилистость, к которой она приводит.

2. Видишь любую извилистость → его причиной является разность между тем, что может, и тем, что приходится выполнять этому предмету.

Возможно, что этой причиной можно объяснить существование и других извилистых (волнообразных) форм рельефа. «Яркие примеры их – дюны, барханы и эоловые гряды, подводные береговые валы, солифлюкционные натечные террасы, валы на поверхности лавовых, оползневых, курумных, грязекаменных потоков, гряды на залесённых крутых склонах, морщины на теле грязекаменных глетчеров, изгибовые дислокации верхних слоёв литосферы в плейстоценовых областях катастрофических землетрясений, волны ряби на дне водоёмов» [6]. Добавим: гряды, дюны, бары, побочни на дне рек.

Такую извилистость лучше не называть словом «волна» в смысле колебательного движения, при котором частицы описывают замкнутые орбиты. «Волна» даже в значении переноса масс также имеет динамическую сущность. В перечисленных примерах извилистость есть скорее не процесс, а результат (относительно стабильный) некоего уже произошедшего события.

Принцип диссимметрии эффективен при поиске причины рассматриваемого явления. Идею о разности как движущей силе природный явлений привлекательно распространить на все геоморфологические процессы. Например: разность (между чем?) приводит к образованию гор, какая разность приводит к выравниванию поверхности и т.д.

Принцип многофакторности или объединение альтернативных гипотез.

Все явления в природе многофакторные. Действенным приёмом в познании существа природных явлений является объединение различных, пусть даже на первый взгляд противоположных гипотез о причинах рассматриваемого явления. Чаще бывает не «или-или», а «и-и».

Например:

1) В XIX веке на основе теории Дюбуа о «влекущей силе» считалось, что по дну реки движется сплошной толстый слой песка с уменьшающейся скоростью вниз от слоя к слою. Эта теория была в XIX веке общепризнанна. На её основе проектировались все гидротехнические сооружения на реках. Но в 1911 году Край доказал с помощью опытов, что такая картина не имеет ничего общего с действительностью. Наносы двигаются не послойно, а скачкообразно, грядами.

Вот две альтернативные, противоположные и, вроде бы, взаимоисключающие гипотезы. Теперь общеизвестно, что обе теории верны. При скоростях выше некоторого предела, песчаные волны разрушаются. Движение принимает массовый характер.

2) Второй пример по объединению альтернативных гипотез: французский врач Пуазейль изучал движение крови в венах. В 1841 году он опубликовал формулу (сопротивление пропорционально скорости течения в первой степени). Одновременно Дарси проектировал и строил водопровод. Он провёл свои знаменитые эксперименты по течению воды в трубах и выяснил, что сопротивление пропорционально квадрату скорости. Оба они были правы! Одни учёные повторяли эксперименты Пуазейля и доказывали, что он прав. Другие учёные доказывали правоту Дарси. Они исследовали два режима движения жидкости – ламинарное и турбулентное.

В русловедении выделено несколько руслоформирующих факторов. Известно, что не только относительная транспортирующая способность потока является причиной формирования и существования различных типов русел. Руслоформирующими факторами также являются относительная затопляемость поймы, относительная ширина долины и др. Интересно, что перечисленные факторы являются отношениями, то есть тоже диссимметриями. Получается n -мерный куб с n осями, каждая из которых является руслоформирующим фактором. Существующие одномерные (линейные) Н.Е. Кондратьева [3] и Б.Ф. Снищенко [3] или двумерные (табличные) Р.С. Чалова [4] и автора [2] типизации русел являются проекциями n -мерного куба на ограниченное количество осей.

Ложная причина. При поиске причины любого явления нужно осторожно подходить к выбору способа нахождения определяющих факторов. Нельзя действовать по принципу: был фактор – было явление, нет фактора – нет явления, следовательно, этот фактор и есть причина этого явления. Существует опасность принятия ложной причины за истинную. Это происходит в случаях, когда на изучаемое явление действуют несколько определяющих факторов. Один из них является порождающей причиной, другой фактор – пассивный, ограничивающий.

Например, в гидроморфологической теории получилась ошибка в классификации типов русловых процессов [3]. По отсутствию извилистых русел в относительно узких речных долинах (где извилистость не может проявиться из-за стесняющего действия близких бортов долин) был сделан ложный вывод, что причиной существования извилистых русел являются относительно широкие долины рек (где может свободно поместиться извилистая река). То есть сдерживающий фактор выдавался за генетический, а настоящий движущий фактор был утерян. Опровержением такого неудачного вывода является и двухфакторная классификация русел Р.С. Чалова, где показано, что в широких долинах не обязательно должно развиваться извилистое русло, а могут быть и прямые русла [4].

Призываем применять в географических науках описанные приемы решения научных задач.

Литература

1. Знаменская Н.С. Гидравлическое моделирование русловых процессов. Л., Гидрометеиздат, 1992, 240 с.
2. Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков // Известия РАН. Серия географическая, 2000, № 4, с. 42-44.
3. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снисченко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеиздат, 1982, 272 с.
4. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М., МГУ, 1988, 264 с.
5. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия, СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга. 1998, 395 с.
6. Уфимцев Г.Ф., Тимофеев Д.А., Симонов Ю.Г. и др. Генезис рельефа, Новосибирск, наука, Сиб. предпр. РАН, 1998, 176 с.
7. Швобс Г.И. Теоретические основы эрозиоведения. Киев; Одесса: Вища школа, 1981.

3. Приёмы исследования природы в русловедении на разных стадиях развития научных представлений

(Впервые опубликовано в сборнике: Современ. проблемы естествознания: Материалы междунаrod. науч.-практ. конф. молодых ученых. - Владимир, 2001.

См. также: Кондратьев А.Н. Приемы исследования природы в русловедении на разных стадиях научных представлений / А.Н. Кондратьев // Современ. проблемы естествознания: Материалы междунаrod. науч.-практ. конф. молодых ученых. - Владимир, 2001. - 2 с. - Деп. в ЧОУНБ 27.12.01 № 2743).

Этапы развития русловедения

Ход развития науки о русловых процессах аналогичен путям развития любой естественной науки и происходит по объективному, не зависящему от воли отдельных людей, пути:

1. Созерцание, наблюдение ("что происходит").
2. Выявление закономерностей, типизация, гипотезы ("как происходит").

Эти этапы развития русловедения пройдены. Детально описаны схемы деформаций русла обособленно в рамках каждого типа русловых процессов.

3. Выявление причин изменений схем деформаций рек от одного типа руслового процесса к другому ("почему так происходит").

4. Система критериев руслообразования всех типов руслового процесса и сведения об изменениях руслоформирующих факторов дадут возможность сделать прогноз изменения схемы деформаций ("что будет").

Это поисковые шаги (переход от описания к математической формализации задачи). Начиная с этого этапа, когда найдены законы деформаций русла, появится возможность для построения математических моделей.

5. Прогноз русловых процессов под антропогенным воздействием на руслоформирующие факторы (*"вот к чему приведет наша деятельность"*).

6. Активное регулирование русловых процессов (*"так надо сделать, чтобы привести к искомому"*).

Основные проблемы русловедения

Современное состояние науки о русловых процессах даёт возможность прогнозировать деформации рек в рамках каждого типа русловых процессов [3, 9, 12]. Сейчас мы находимся на этапе выявления факторов, определяющих смену деформаций рек от схемы одного типа руслового процесса к другому типу. Запросы практики требуют ответов на вопросы: *"Почему так происходит? Почему на данном участке реки именно такой тип русловых процессов, и почему ниже по реке этот тип сменяется другим, и почему при некотором изменении руслоформирующих факторов схема деформаций меняется?"* В настоящей работе мы пробуем объединить существующие взгляды и, по возможности, развить эти взгляды.

Список приёмов решения

В.В. Митрофанов в своей книге [13] представил систему приёмов решения научных задач («7 нот»). Эти и другие приёмы [1, 2, 10, 11 и др.] можно разделить на приёмы 1) обнаружения явления, 2) обнаружения закономерностей и 3) доказательства гипотезы [6].

Приёмы выбора задачи (обнаружения явления).

1. Аномалия. «Обрати внимание! Это не объяснено!». Все смотрят, но не видят. Чем более известно явление, тем труднее его заметить.

2. Причинная ось. «Выстрой по порядку». А) Белые пятна. «Посмотри, где дырки». Б) Лишний элемент. «Что не лезет на эту ось?» В) Выход за границы «Что ещё более?»

3. Объединение похожих явлений, процессов.

4. Разделение явления. В одном – много. «Раздави, разбей, расщепи!»

Приёмы решения задачи (обнаружение закономерности).

1. Увеличить количество фактов.

2. Диссимметрия. Знаешь, что искать: «1) Есть диссимметрия – ищи явление», 2) «Есть явление – ищи диссимметрию!». Примеры: меандрирование рек [7], образование извилистых форм рельефа [4].

3. Объединение альтернативных гипотез. Многофакторность, многомерность. «Объединяй не объединяемое. Выстрой на 2 оси! на 3 оси!». Примеры: объединение различных руслоформирующих факторов [5].

4. Неприменимость теории.

5. Эмерджентность. Каждый структурный уровень развивается по собственному закону, отличному от законов развития элементов системы [3].

6. Ресурсы. «Что (надо сделать ...)? [13].

7. Аналогия.

Приёмы доказательства гипотезы.

1. Противоположный эксперимент. Заключается в проведении не менее двух экспериментов при выполнении условий: 1) в экспериментах изменяется только один параметр, 2) результаты экспериментов значительно различаются между собой («противоположны»).

2. Ложный противоположный эксперимент. Существуют два класса **причин** явлений: 1) причины главные, настоящие, действующие, активные, побуждающие; 2) условия проявления главных причин, ограничивающие факторы, поле деятельности главных причин, тиски, рамки и т.п.

Примеры решения некоторых задач

Диссимметрия позволила выдвинуть гипотезу о влиянии на тип русловых процессов не абсолютного значения, а относительного. Перегруженные русла исключают из своего транспорта «лишние» наносы, и появляются внутрирусловые острова. Недогруженные русла приходят к равновесию за счёт меандрирования [7].

Объединение альтернативных гипотез позволило объединить руслоформирующие факторы и расположить все типы русел в двумерной матрице. Такое двумерное рассмотрение избавило от недостатков обеих существующих русловых школ – МГУ и ГГИ [5, 9, 12].

Ложный противоположный эксперимент показал, существование двух видов ограниченного меандрирования: 1) ограниченное меандрирование в узких долинах и 2) неразвитое меандрирование в широких долинах [8].

Вывод. Стоит применять перечисленные выше приёмы. Наиболее эффективными являются диссимметрия и объединение альтернативных гипотез.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Как делаются открытия: (Мысли о методике научной работы) / Г.С. Альтшуллер. - Баку, 1960. - 12 с. - Деп.в ЧОУНБ 11.07.1989 № 685.
2. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач). Кишинев. Карта Молдавеныскэ, 1989, 381 с.
3. Знаменская Н.С. Гидравлическое моделирование русловых процессов. Л., Гидрометеоздат, 1992, 240 с.
4. Кондратьев А.Н. Извилистые формы рельефа и разность – причина их образования / Морфология рельефа. Материалы Иркутского геоморфологического семинара. Иркутск. 1999. с. 47-48.
5. Кондратьев А.Н. Объединение альтернативных гипотез на формирование русел / Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. V конференция. Труды. М., 1999, с. 312-315.
6. Кондратьев А.Н. Приёмы исследования природы / Конференция «Творчество во имя достойной жизни». Тезисы. Новгород, 2001, с. 100-102.
7. Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков // Известия РАН. Серия географическая, 2000, № 4, с. 42-44.
8. Кондратьев А.Н. Противоположный эксперимент и ложный противоположный эксперимент / А.Н. Кондратьев. - Ильичево, 2001. - 5 с. - Список лит.: с.5 (5 назв.). - Деп. в ЧОУНБ 21.05.01 № 2662.

9. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Смищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеиздат, 1982, 272 с.
10. Кузьмин К.И., Пургин В.Т. Приёмы поиска новых явлений, Петрозаводск, 1991, 5 с. Рукопись деп. в ЧОУНБ № 1284.
11. Лимаренко А.В. Алгоритм поиска и решения открывательских задач // Журнал ТРИЗ, № 1, 1997, с. 36-42.
12. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М., МГУ, 1988, 264 с.
13. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия, СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.

4. Использование ТРИЗ для решения открывательских задач в науке о русловых процессах (в соавторстве с Брагиной Л.М.)

(Опубликовано: Брагина Л.М. Использование ТРИЗ для решения открывательских задач в науке о русловых процессах / Брагина Л.М., Кондратьев А.Н. Ильичево, 2003. – 5 с. - Деп. в ЧОУНБ).

Авторы статьи являются инженерами-гидрологами, с ТРИЗ познакомились в начале 1990 года в Ленинграде в Народном университете научно-технического творчества.

Эта статья посвящена использованию инструментария ТРИЗ в развитии науки о русловых процессах.

Реки бывают разные, большие и малые, прямые и извилистые, чистые, как горный хрусталь, и мутные. На протяжении своей жизни реки постоянно изменяются. Меняется не только полноводность рек, но и очертания берегов. Со временем изменяется плановое положение реки. Например, река Хуанхэ за последние две тысячи лет семь раз коренным образом меняла положение своего русла; самое значительное перемещение составило 700 километров. В настоящее время - неконтролируемого потребления воды, строительства плотин, водозаборов - процессы реформирования русла активизируются. Требуется оперативное вмешательство специалистов, чтобы предотвратить неминуемый вред, который, как правило, наносит сиюминутная польза очередного покорения водной стихии.

Во время учёбы гидрологию нам преподавали как совершенную науку. Такой вопрос: почему реки меандрируют (путешествуют), казался не заслуживающим внимания, слишком простым. У нас была уверенность, что наука легко ответит на эти вопросы.

Поработав в ГГИ, побывав в экспедициях, мы вплотную столкнулись (в том числе и в практической деятельности) с проблемой путешествия русел рек. Русловые деформации служат причиной многих катастроф. Например, подмыв газопровода у Астрахани привёл к гигантскому взрыву и пожару на середине Волги, караваны судов выше и ниже этого пожара несколько дней ждали его окончания.

Можно ли предугадать, вычислить изменение в поведении водного потока, чтобы не допустить катастрофических последствий, оцениваемых в миллиарды рублей?

В 1947 году советские ученые Россинский и Кузьмин предложили классифицировать все русла рек на три больших класса: прямолинейные, разветвленные и извилистые. Эта классификация постоянно дополнялась, частично видоизменялась.

Русловой процесс - постоянно происходящие изменения морфологического строения речного русла и поймы, взаимообусловленные действием текущей воды. В настоящее время существуют 2 основные школы в теории руслового процесса:

I. Гидроморфологическая теория Государственного гидрологического института (ГГИ).

II. Географическая школа русловых процессов МГУ.

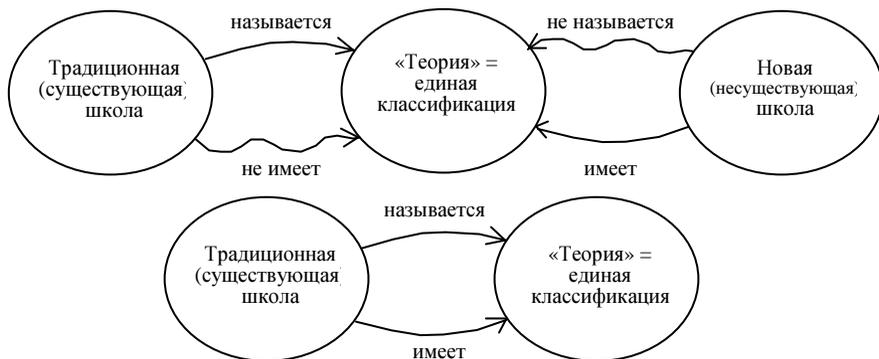
В классификации ГГИ выделено 7 типов руслового процесса. Тип руслового процесса - это деформации речного русла, происходящие по определенным закономерностям. Относя исследуемый участок реки к какому-либо типу руслового процесса, мы можем прогнозировать возможные деформации на этом участке реки.

Направление, разрабатываемое в ГГИ, провозглашает свой статус как “гидроморфологическая теория руслового процесса” [2]. Тем не менее в этой теории одновременно существуют две классификации типов руслового процесса. Что само по себе - противоречие. Составим логическое противоречие 1.

Противоречие 1. Существует традиционная школа ГГИ (гидроморфологическая теория руслового процесса), которая называется “теория”, но не имеет единой классификации типов руслового процесса.

П1. Традиционная школа называется теорией, но не имеет единой типизации.

П2. Новая (несуществующая) школа не называется “теорией”, но имеет единую классификацию.



1) Надо при минимальных изменениях в традиционной школе, которая имеет название “гидроморфологическая теория”, получить единую классификацию типов руслового процесса.

2) Либо надо создать новую школу с единой классификацией типов руслового процесса, которую назвать теорией.

Выбираем из двух схем конфликта первую, потому что существующая теория уже есть, её надо улучшить. Необходимо только усовершенствовать имеющиеся в ней типизации. Первое противоречие до конца не решено. Для его решения составим физическое противоречие.

Противоречие 2. Типы руслового процесса расположены в каждой классификации в **разном** порядке и объясняются **разными** определяющими факторами (рис. 1). В одной классификации типы выстроены по предполагаемому изменению транспортирующей способности потока. В другой - по расходу наносов.

Чем различаются порядки типов в этих классификациях? В основном они похожи. Камнем преткновения стало **незавершенное меандрирование** и **пойменная многоруканность (разветвлённые русла)** (рис. 1).

В классификации Кондратьева и Попова эти два типа руслового процесса находятся в конце списка, а в классификации Снищенко - в середине. Изменение транспортирующей способности потока или расхода наносов не может само собой привести к разработке пойменных протоков. Образование пойменных протоков происходит при затоплении поймы и объясняется другим фактором. Неправомерно ставить разветвлённые русла в ряд типов, ранжированных по транспортирующей способности потока.

П1. Две существующие типизации русловых процессов (по транспортирующей способности потока и расходу наносов) включают разветвлённые русла, но не объясняют причину их образования.

П2. Новая единая типизация объясняет причину образования разветвлённых русел, но не включает их в себя (принцип вынесения).

1) Надо при минимальных изменениях в существующих типизациях сделать так, чтобы они включали разветвлённые русла и объясняли причины их образования.

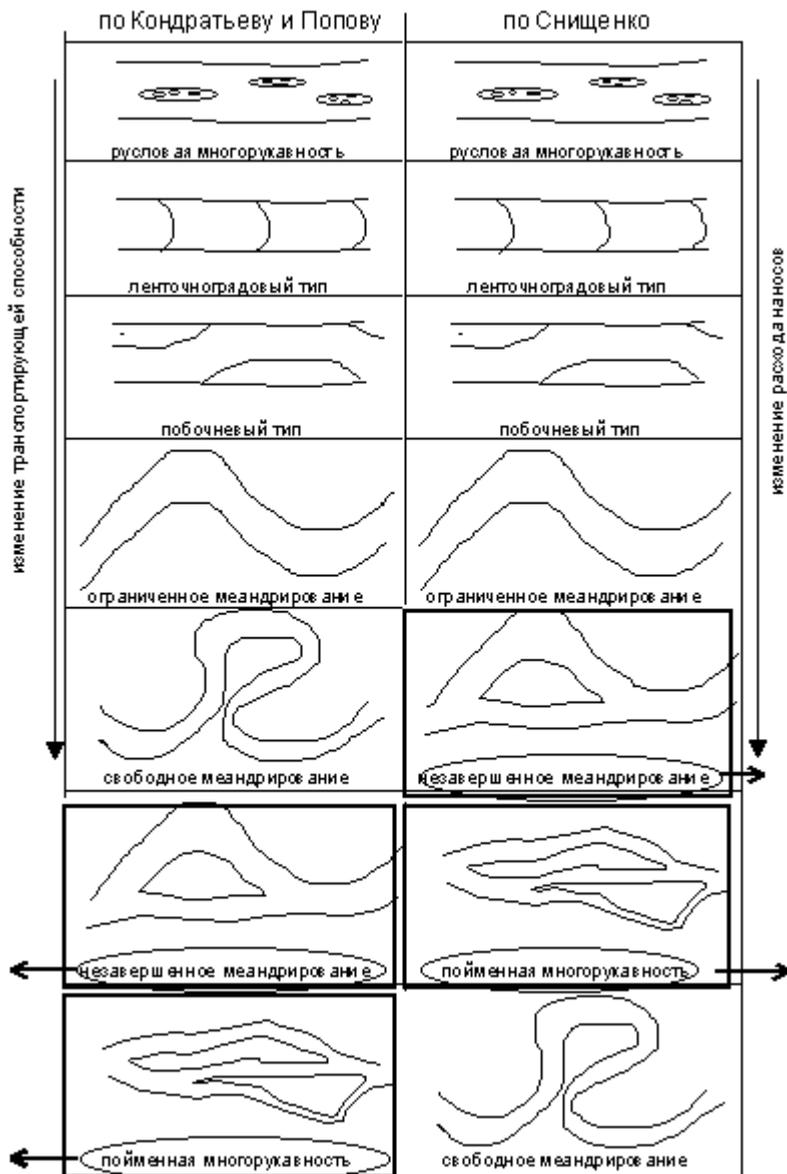
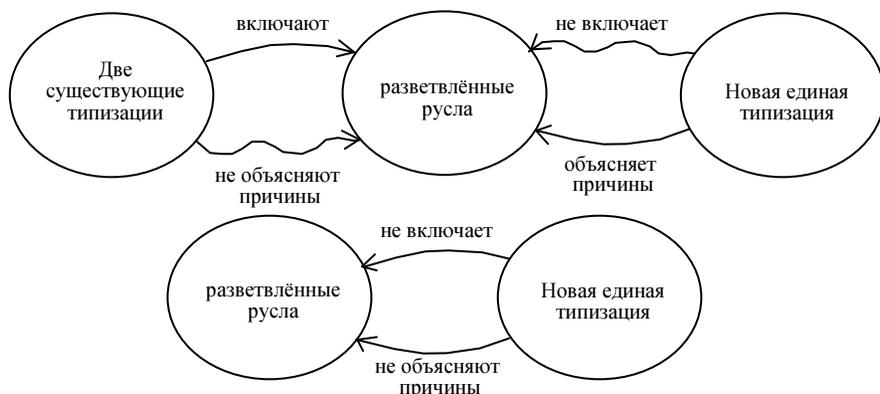


Рис. 1. Сравнение порядков типов руслового процесса (по Кондратьеву-Попову и Смищенко). Противоречие состоит в разном порядке типов.

Решение заключается в удалении многорукавных русел из типизаций, в которых русла ранжированы по транспортирующей способности или по расходу наносов.



2) Надо изменить эти типизации таким образом, чтобы получилась единая типизация (для решения первого противоречия), которая бы не включала разветвлённые русла, продолжая не объяснять причины их образования.

Мы предлагаем устранить отдельные части системы, то есть удалить из обеих перечней типов разветвлённые русла. Это промежуточное решение и первого и второго противоречий.

Какие типы руслового процесса остались? Это **однорукавные русла**. Их действительно можно расположить по **транспортирующей способности потока или расходу наносов**.

Мощная сила умения видеть противоречия и их правильно формулировать, полученная нами при обучении ТРИЗ, указала на слабое место во внешне благополучной теории.

“Следует найти и исследовать такие уязвимые места - в них кроются открытия” [3]. В гидроморфологической теории “трещиной” являются разветвлённые русла.

Разветвлённость в реках бывает принципиально разной. 1) Пойменная многорукавность, когда под действием выхода потока на пойму образуются протоки на пойме, и в результате появляются острова. 2) Русловая многорукавность (осередковый тип), когда за счёт перегрузки русла наносами образуются острова, и в результате появляются короткие протоки.

На территории России одновременно существуют две большие школы, изучающие русловые процессы. Одна из них, описанная выше, находится в Санкт-Петербурге, а другая в Москве, в МГУ. У них принципиально разные взгляды на причины образования существующих в природе типов руслового процесса. Последователи этих школ общаются

между собой, но не ищут совместного решения этого противоречия. Можно сказать, что наука о русловых процессах находится ещё на геоцентрической стадии понимания причин образования разных типов русел.

Географическая школа русловых процессов МГУ определяет типы руслового процесса другим фактором - взаимным расположением отметки руслоформирующего расхода, отметки поймы и отметки осередков (рис. 2). Руслоформирующий расход - такой расход воды, при котором происходят наибольшие деформации русла и поймы [4].

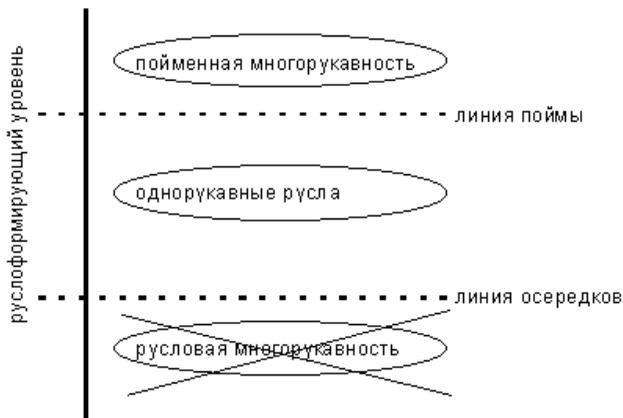


Рис. 2. Причины образований различных русел по типизации МГУ (по взаимному расположению руслоформирующего уровня, линии поймы и линии осередков).

Школа МГУ утверждает, что в случае, когда отметка руслоформирующего расхода выше отметки поймы, создаются условия развития пойменных проток. Образуются разветвлённые русла. В случае, когда уровень руслоформирующего расхода проходит между линиями поймы и осередков, развиваются однорукавные русла (прямые и извилистые). Мы согласны с этими утверждениями (рис. 2).

Противоречие 3. В случае, когда руслоформирующий уровень ниже линии осередков, по мнению последователей школы МГУ, образуется осередковый тип процесса.

С этим утверждением трудно согласиться, поскольку образование осередкового типа (русловой многоруканности) происходит при перегрузке реки наносами и определяется другим фактором (рис. 1 школы ГГИ).

П1. Существующая типизация МГУ по руслоформирующему уровню включает в себя осередковый тип руслового процесса, но положение руслоформирующего уровня ещё не объясняет причину образования осередкового типа.

П2. Перегрузка русла наносами объясняет причину образования осередкового типа, но в типизации МГУ такого фактора нет.

1) Надо, чтобы типизация МГУ (по руслоформирующему уровню) включала осередковый тип и объясняла причину его образования.

2) Изменить типизацию МГУ так, чтобы она продолжала не давать объяснения причин образования осередкового типа, но и не включала этот тип.

Для решения этого противоречия предлагаем временно удалить осередковый тип из классификации МГУ, что будет промежуточным решением противоречия 3 (нижняя часть рисунка 2).



Для того чтобы получить окончательное решение противоречий 1, 2 и 3 составим физическое противоречие 4.

Противоречие 4. В гидроморфологической теории все типы (включая и оба типа многорукавности) выстраиваются **по одной определяющей оси**: транспортирующей способности или расходу наносов. Географическая школа русловых процессов МГУ определяет типы руслового процесса **другим** фактором - взаимным расположением отметки руслоформирующего расхода, отметки поймы и отметки осередков (рис. 2).

Гидроморфологическая теория проецирует все типы на одну ось (рис. 1). При решении второго противоречия мы выяснили, что некоторые типы руслового процесса нельзя объяснить только изменением транспортирующей способности потока и, поэтому, разветвлённые русла были временно удалены с этой оси. Школа МГУ проецирует фактически те же типы на другую ось (рис. 2). Решение третьего противоречия привело к выводу, что осередковый тип необходимо временно удалить с этой оси, потому что причиной его образования не является отметка руслоформирующего расхода.

П1. Школа ГГИ (по транспортирующей способности) объясняет причины образования осередкового типа руслового процесса, но не объясняет причины образования разветвлённых русел.

П2. Школа МГУ (по затопляемости поймы), наоборот, объясняет причины образования разветвлённых русел, но не объясняет причины образования осередкового типа.

1) Надо минимально изменить классификацию ГГИ так, чтобы она объясняла причины образования как осередкового типа, так и разветвлённых русел.

2) Изменить классификацию МГУ с этой же целью.

Попробуем объединить, то есть рассмотреть совместно два руслоформирующих фактора (принцип перехода в другое измерение). Кондратьев (автор) построил график, на котором транспортирующую способность потока (расход наносов) расположил **по вертикали**, степень затопляемости поймы – **по горизонтали**.

На рисунке 3 представлена составленная им двухмерная таблица. В первом столбце расположены неразветвлённые русла. Во втором – разветвлённые. Как неразветвлённые русла, так и разветвлённые русла выстроены по относительной транспортирующей способности потока.



В первом случае по порядку: осередковый тип, побочный тип, ограниченное меандрирование и свободное меандрирование (рис. 3а,б,в,г).

Во втором случае по порядку: осередковый тип в разветвлённом русле, побочни в разветвлённом русле, незавершенное меандрирование, свободное меандрирование рукавов разветвлённого русла (рис. 3д,е,ж,з,).

Предложенная таблица типов русловых процессов включает сразу два руслоформирующих фактора – транспортирующую способность потока и степень затопления поймы - что является решением противоречия 4.

Таблица также снимает вопросы, поставленные во втором противоречии. Разветвлённые русла, которые были вычеркнуты из ряда типов, выстроенных по транспортирующей способности, находят своё место в

правом столбце двухфакторной таблицы. Авторы считают, что пойменная многорукавность не входит в ряд типов руслового процесса, ранжированных по транспортирующей способности потока. Такого типа руслового процесса, как просто “пойменная многорукавность”, нет. В разветвленных руслах могут быть, в зависимости от транспортирующей способности, другие типы руслового процесса (рис. 3д,е,ж,з).

Двухфакторная таблица позволяет найти место и осередковому типу руслового процесса, который был временно удалён при решении третьего противоречия из типизации МГУ. В ней причиной образования этого типа считалось относительное положение руслоформирующего уровня и линии осередков. (На самом деле причиной существования осередкового типа является перегрузка русла наносами.) Он может развиваться как в неразветвленных (рис. 3а), так и в разветвленных руслах (рис. 3д).

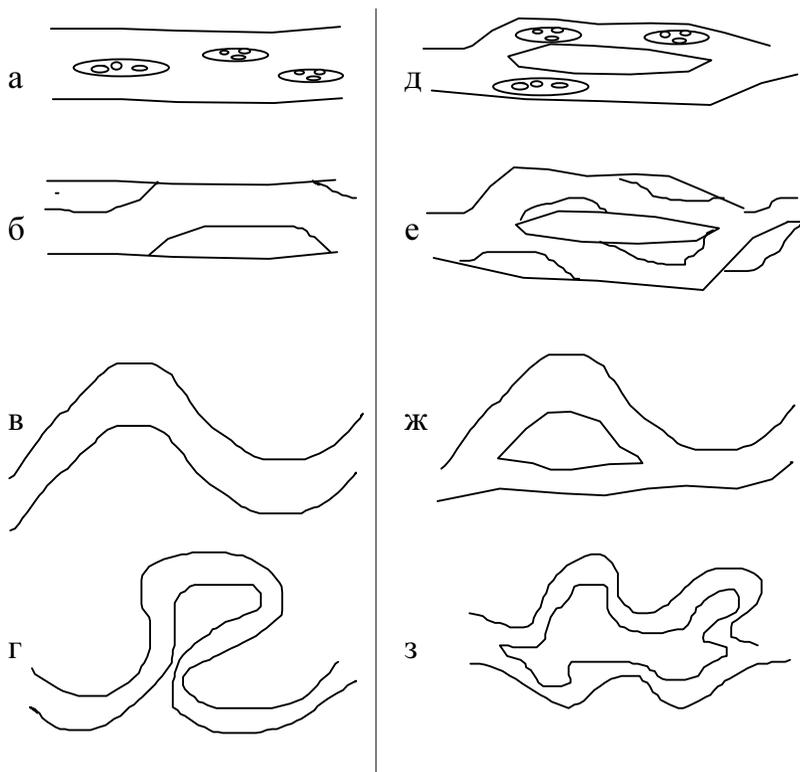


Рис. 3. Типы русловых процессов широкопойменных рек, представленные в виде

таблицы по определяющим руслоформирующим факторам. В первом столбце расположены неразветвленные русла, формируемые при малой затопляемости поймы: а – осередковый тип, б – побочный тип, в – ограниченное меандрирование, г – свободное меандрирование. Во втором столбце расположены разветвленные русла, формируемые при большой затопляемости поймы: д – осередки в разветвленном русле, е – побочный тип в разветвленном русле, ж – прорванное (незавершенное) меандрирование, з – меандрирование рукавов разветвленного русла. Увеличение относительной транспортирующей способности потока происходит сверху вниз.

Совместное рассмотрение двух руслоформирующих факторов в таблице лишено недостатков обеих школ (ГГИ и МГУ).

Предлагаемая здесь двухфакторная таблица типов руслового процесса даёт возможность отвечать и на новые вопросы. Например, прогнозировать изменение типа руслового процесса при изменении руслоформирующих факторов:

1а) При перегрузке наносами можно прогнозировать изменение процесса и появление островов. Например, река Зeya в своём низовье, которая раньше меандрировала, подойдя правым берегом к Белым горам из песчаника, стала их размывать. Река перегрузилась наносами. Тип руслового процесса на десятках километров изменился, русло выпрямилось, и в нём появилось много островов.

1б) Наоборот, при увеличении транспортирующей способности можно прогнозировать размывы берегов и появление извилистости реки.

2а) При повышении уровня руслоформирующего расхода выше отметки поймы прогнозируем улучшение условий для образования пойменных проток. Например, так произошло в низовьях реки Тулва, которая раньше свободно меандрировала. В результате подпора от Воткинского гидроузла она изменила свой тип руслового процесса и стала многорукавной.

2б) Наоборот, при снижении руслоформирующего уровня второстепенные протоки отмирают, и можно прогнозировать постепенное формирование однорукавного русла.

Думаем, что если бы мы не изучали ТРИЗ, у нас не было бы четырёх вещей: 1) стремления ставить задачу высокого уровня, 2) уверенности в своей возможности подвергать сомнению мнение авторитетов, 3) способности формулировать свои сомнения в виде противоречий и решать их, 4) спокойно воспринимать объективный закон неприятия нового.

Примеры:

1) Научный руководитель Кондратьева удивился широте поднятой проблемы: “Об этом может писать только академик. Перестаньте заниматься этим. Продолжайте заниматься той узкой темой в рамках пойменной многорукавности, которой вы занимались”. Но теперь невозможно прекратить об этом думать. Мало того, у нас есть твёрдое убеждение, что причину образования только многорукавности или какого-то другого типа найти невозможно; должны быть найдены причины образования сразу всей системы существующих русел.

2) Молодой научный сотрудник, коллега Кондратьева, (побывавший в полугодовой стажировке в Великобритании) сказал: “В этом что-то есть. Но тут может быть две вещи: или ты прав, а остальные все неправы, или ты ошибаешься. Я более склонен думать, что ты не во всём разобрался.” Мы же допускаем свою правоту и замахиваемся на самые основные вопросы: почему образуются прямые, извилистые, разветвлённые русла?

После таких слов можно спокойно опустить руки и заниматься “узкой темой”, а можно и обратить вред в пользу:

- а) стать академиком по “узкой теме”,
- б) продвигать свои идеи понемногу в различных статьях (приём дробления), чтобы затем объединить их в общей монографии (объединение),
- в) перейти в надсистему, учить самому других; не получается найти себе учителя – надо самому стать учителем.

Но так или иначе подтверждение получено. Считаем, что путь выбран правильно. А уже этот факт – вдохновляет. Жизненная стратегия творческой личности [1] даёт нам силу верить, что некоторое неприятие описанных идей является признаком действительно нового в нашей работе.

Мы выражаем искреннюю благодарность нашим учителям НУНТТ Волославу Владимировичу Митрофанову и Валентине Борисовне Крячко, устроившим встречу с чудом, открывшим нам вход в ТРИЗ Генриха Сауловича Альтшуллера.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Верткин И.М. Как стать гением. Минск, “Беларусь”, 1994.
2. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снисченко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеиздат, 1982, 272 с.
3. Лимаренко А.В. Алгоритм поиска и решения открывательских задач // Журнал ТРИЗ, № 1, 1997, с. 36-42.
4. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов/ Под ред. Н.И. Маккавеева. - М., Изд-во МГУ, 1979, 232 с.

5. Решение некоторых гидролого-морфологических противоречий

(Тезисы доклада, прочитанного 2 ноября 1999 года на заседании комиссии геоморфологии и палеогеографии Русского Географического Общества. Публикуются впервые).

Как решать научные задачи? По какому плану задавать вопросы природе? И, вообще, как делать научные открытия?

Вашему вниманию предлагается книга (А.Н. Кондратьев «*Русла равнинных рек. Решение некоторых гидролого-морфологических противоречий с помощью приёмов решения научных задач*»), в которой на примере решения некоторых загадок природы показано применение **приёмов решения научных задач**.

Эти приёмы взяты из книги Волюслава Владимировича Митрофанова. Этот удивительный человек сделал за свою жизнь (трудно представить!) несколько открытий. Например, эффект Тваймана был открыт в 20-е годы настоящего столетия, а В.В. Митрофанов его объяснил в 1990 году. Эффект Рассела был открыт в 1897 году, а В.В. Митрофанов его смог объяснить в 1975 году и т.д. Этими эффектами занимались многие учёные, но не смогли постичь их секретные причины. Почему? После многолетней работы и успешного решения нескольких научных задач он сформулировал для себя приёмы решения научных задач, которых лобовно назвал «нотами». В прошлом году вышла его книга «От технологического брака до научного открытия» [1], в которой описаны эти приёмы. Очень рекомендую прочитать эту книгу.

Использованные мною приёмы таковы:

- Противоречие (Про);
- Диссимметрия (Ди) – разность, отношение, неравенство, хиральность;
- Объединение альтернативных гипотез (Альт);
- Идеальность, Идеальный эксперимент (Ид);
- Противоположность, Противоположный эксперимент (Про);
- Перенапряжение;
- Аналогия.

Почему русла рек имеют разную форму? Реки бывают извилистые (меандрирующие), прямые и многорукавные. Что является причиной образования различных видов рек?

Имеется около 30 конкурирующих причин образования меандрирования. Ни одна из них до сих пор не признана.

I. В одной из наиболее развитых русловых школ – гидроморфологической теории руслового процесса – мною вскрыто **противоречие (Про)**, которое заключается в одновременном существовании двух типизаций руслового процесса. Решение этого противоречия заключается в удалении двух типов (незавершённого меандрирования и пойменной многорукавности) из обеих типизаций.

II. **Объединение альтернативных гипотез (Альт)** о формировании различных типов позволило объединить два объяснения формирования различных типов руслового процесса: подход ГГИ (транспортирующая способность потока) и подход МГУ (руслоформирующий расход). Объединение этих подходов позволило освободить их от недостатков и вместо одномерного расположения типов предложить двумерную матрицу существующих типов руслового процесса сразу по обоим руслоформирующим факторам.

Все явления многофакторны. Дальнейшее применение ноты «Альт» из приёмов решения научных задач В.В. Митрофанова – объединение различных, пусть даже на первый взгляд противоположных гипотез на рассматриваемое явление. Чаше бывает на «или-или», а «и-и».

Этот приём позволил нам с вами объединить 4 независимых руслоформирующих фактора:

1. относительная транспортирующая способность;
2. относительная затопляемость поймы;

3. относительная ширина поймы;

4. редукция стока.

III. Великая **Диссимметрия**. Постулат диссимметрии: «Если существует диссимметрия (разность, неравенство, отношение) между частями системы и обеспечивается взаимодействие между этими частями, то должен быть некий эффект».

Отсюда советы по поиску новых явлений и объяснению их причин.

1) Если существует некая разность, то ищи производимый этой разностью эффект;

2) Если есть некий эффект, и ты ищешь его причину, то ищи разность, именно она является причиной.

Получается мощный рывок вперед: **знаешь, что искать**.

Наш маленький частный пример разности, являющейся причиной образования меандрирующих рек является частным случаем этого всеобщего постулата. Эта частная формулировка гласит: *«Если существует диссимметрия (разность, неравенство) между тем, что **может делать** (в самых разных значениях этого словосочетания) САМ предмет, и тем, что **заставляют делать** (предлагают, приходится, нагружают) этот предмет, то результат будет представлять или некую извилистость (изгиб, волнистость, смятие) или разряжение (растяжение, разрыв)»*.

Отсюда советы:

1) Видишь такую специальную разность → ищи ту извилистость, к которой она приводит.

2) Видишь любую извилистость → его причиной является разность между тем, что может, и тем, что приходится выполнять этому предмету.

Примеры извилистости: транспортировка ткани, трещины, Гольфстрим, дым из трубы, кровеносные сосуды, человек в обществе, мозг, контракция Земли, ДНК, кишки, лёгкие, волосы у негров, змея, походка пьяного, занавеска на окне, дюны, барханы, волны... .

Два или три режима движения жидкости? Три: турбулентный, ламинарный и кавитация.

Два или три состояния материи: поле, вещество, ... ?

IV. Нота «**Про**» позволила нам объяснить сразу два **противоположных** типа руслового процесса – русловую многорукость и меандрирование. Это одно и то же, только в них знак относительной транспортирующей способности обратен. (На самом деле мы объяснили даже не два эти типа, а все неразветвлённые типы русла при отсутствии ограничивающих условий). Поэтому быть специалистом по меандрированию – это примерно то же, что быть специалистом по тёплому фронту, но ничего не знать по холодному фронту, или – быть специалистом по циклону, а сосед будет специалистом по антициклону.

V. Нота «**Ид**» - **идеальность** и нота «**Про**» - **противоположный эксперимент** позволили нам спроектировать такой идеальный эксперимент, который одновременно является противоположным, который САМ зримо позволит нам подтвердить или опровергнуть гипотезу о причинах меандрирования.

VI. Перенапряжение – ещё один приём решения научных задач. В русловом процессе это ограничивающие условия. Это специфический «пассивный» фактор. Его влияние проявляется только тогда, когда действует активный фактор, а пассивный фактор «мешает» ему.

Этот приём помог нам разобраться в классификации «ограниченного» и «свободного» меандрирования и признать, что это (условно) не два, а (также условно) четыре типа русловых процессов при различном сочетании активного фактора – относительной транспортирующей способности потока и «пассивного» – относительной ширины поймы.

VII. Аналогия. Применяйте аналогию! «Природа, которая в одних вещах кажется скрытой и тайной, в других вещах очевидна и почти ощутима» – Фрэнсис Бэкон.

Наши русловые примеры являются лишь иллюстрациями к этим приёмам решения научных задач (или – поиска ответов на загадки природы).

Желаю Вам с успехом применять их теперь в своей работе!

А теория русловых процессов на настоящем этапе развития науки представляет собой ещё геоцентрическую систему знаний. (Хорошо, что уже, наверное, она не стоит на трёх слонах!) Поэтому тут ещё открыто безграничное поле деятельности.

Мой призыв: объединить наши противоречивые взгляды, которые на самом деле – взаимно дополняющие.

Литература

1. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.
2. Кондратьев А.Н. Руслу равнинных рек. Решение некоторых гидролого-морфологических противоречий с помощью приёмов решения научных задач. СПб, 1999, 112 с. (в печати).

6. ТРИЗ и реки

(Впервые опубликовано в сборнике: Научно-практическая конференция по теории решения изобретательских задач. Тезисы докладов, Петрозаводск, 1999, с. 44-45).

В настоящей работе использованы приёмы решения научных задач (“ноты”), описанные в книге В.В. Митрофанова “От технологического брака до научного открытия” [1].

Эти “ноты” применены для решения некоторых задач флювиальной геоморфологии [2]. Используются ноты Ди – диссимметрия, Альт – объединение альтернативных гипотез, Про – противоположный эксперимент, Ид – идеальный эксперимент. Активно использовались противоречия и аналогии. Решение этих задач позволило сделать проект нового постулата (обобщённого правила существования явлений).

Реки представляют собой поток не только воды, но и поток наносов, которые вода транспортирует по дну. Именно движение наносов и представляет собой внутреннюю сущность руслового процесса. Транс-

портировка и переоткладывание наносов проявляется внешне в различном морфологическом строении русел: реки могут быть прямыми, извилистыми и разветвлёнными на рукава. До сих пор конкурируют около 30 гипотез существования извилистых (меандрирующих) русел. Самой распространённой является гипотеза Государственного гидрологического института (ГГИ) о влиянии транспортирующей способности потока на вид русла.

Нота «Ди». Всесильная диссимметрия (разность) позволила выдвинуть новую гипотезу о влиянии на вид русла не абсолютного значения, а относительного. Это отношение того количества наносов, которое может транспортировать река, к тому, которое поступает с выше расположенного участка. Перегруженные русла исключают из своего транспорта “лишние” наносы, и появляются внутрирусловые острова. Недогруженные наносами русла приводят к равенству между транспортирующей способностью наносов и малым поступлением наносов за счёт уменьшения уклона реки из-за образования извилистости.

Обобщённая формулировка: *Внешнее проявление (форма) объекта является реакцией на разность между тем, что он способен “делать”, и тем, что ему предлагают (или его заставляют) “делать”. Если нагрузка чрезмерна, образуется извилистость. В обратном случае – разрывы, разрежение.*

Ноты «Про» и «Ид» позволили сформулировать противоположный и идеальный эксперименты. То есть такие эксперименты, которые бы сами ярко и наглядно подтвердили или опровергли нашу гипотезу. Если раньше все эксперименты проводились при постоянном уклоне дна по длине модели, то теперь предложено провести эксперимент с изменяющимся уклоном. При этом по длине модели будет автоматически обеспечено изменение транспортирующей способности потока, поступления наносов и, самое главное, их отношения.

Нота «Альт» (объединение альтернативных гипотез) позволила объединить односторонние взгляды двух ведущих русловых школ России – ГГИ и МГУ. Первая из них объясняет существование островов (как показано выше) перегрузкой реки наносами [3], а вторая затопляемостью поймы [4]. Каждый из этих подходов верен. Существуют два типа генезиса островов: 1) острова образуются внутри русла и 2) образуются пойменные протоки, что приводит к появлению пойменных островов. Логичное объединение этих двух подходов позволило расположить все типы русел в двумерной матрице, по одной оси которой отложена относительная транспортирующая способность потока (ГГИ), а по другой – затопляемость поймы (МГУ). Такое двухфакторное рассмотрение избавило от недостатков обеих существующих русловых школ. Теперь появился сверхэффект – способность прогнозировать изменение типа русел при изменении определяющих руслоформирующих факторов.

Рассмотрение причины образования различных видов извилистости (ограниченного и свободного меандрирования) привело к выводу (постулату). Это идея о возможности рассмотрения для явления не одной причины, а комплекса из двух причин. Причём одна из них будет главная, “настоящая”, движущая, а вторая – сдерживающая, пассивная, огра-

ничающая. Незрелое, ограниченное меандрирование может быть в двух случаях: 1) при слабом воздействии активного фактора (и при отсутствии сдерживающего фактора), и 2) при сильном воздействии активного фактора, но при влиянии ограничений второго пассивного фактора. Отсюда возможно появление ложного противоположного эксперимента, когда появление-исчезновение явления при проявлении и отсутствии ограничивающего фактора может привести к идее об этом факторе как истинной причине явления. А движущая причина будет потеряна. Именно таким пассивным фактором ошибочно объясняет образование различных русел Б.Ф. Снисченко [3].

Считаю, что необходимо активно внедрять во все сферы науки применение приёмов решения научных задач [1]. Они колоссально повышают эффективность поиска ответов на загадки природы. Использование этих приёмов означает переход от случайного поиска к методике открытий. Уверен, что многие учёные мечтают о подобном руководстве по решению научных задач.

Литература

1. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.
2. Кондратьев А.Н. Применение приемов решения научных задач для решения некоторых задач в науке о русловых процессах: Доклад на 24-м собрании Геоморфолог. комиссии РАН / А.Н. Кондратьев. - Краснодар, 1998. - 3 с. - Деп. в ЧОУНБ 23.03.1999 № 2405.
3. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снисченко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеиздат, 1982, 272 с.
4. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов/ Под ред. Н.И. Маккавеева. М., Изд-во МГУ, 1979, 232 с.

7. Руслоформирующие факторы равнинных рек

(Опубликовано в сборнике: Конференция молодых учёных национальных гидрومتслужб стран СНГ. Тезисы докладов, Москва, 1999, с. 21-23.)

Описывается эксперимент, в результате которого был воспроизведён осередковый тип руслового процесса. В лотке, шириной 2 м, измерен расход влекомых наносов. Получена временная неравномерность расхода влекомых наносов. Оценено время, необходимое для репрезентативного осреднения. Это время оказывается в тысячу раз больше времени, обычно затрачиваемого на измерение в натуре. Получена значительная неравномерность в распределении расхода влекомых наносов по ширине лотка. Замечена связь между положением максимума расхода влекомых наносов и морфологией русла.

При полученном осередковом типе руслового процесса максимум приходится на плёсы между осередками. Это в корне отличается от распределения расхода наносов по ширине при побочневом типе руслового процесса, когда максимум расхода влекомых наносов приходится на периферийную часть пляжа, а в плёсе располагается минимум расхода вле-

комых наносов. С энергетической точки зрения при побочном типе транспортирующей способности потока не хватает на транспорт всех предложенных реке наносов. При побочном процессе транспортирующей способности потока вполне хватает для полноценного активного транспорта всех предложенных (подаваемых на этот участок верхним створом) наносов. При побочном типе руслового процесса энергии, транспортирующей способности много, наносов относительно мало. При осередковом типе энергии для транспорта наносов мало, транспортирующей способности потока относительно мала, наносов относительно много. Русловая многорукавность является противоположностью побочного типа.

Использование в качестве руслоформирующих факторов абсолютных значений – расхода наносов или транспортирующей способности – вызывает возражения. Предлагается одним из руслоформирующих факторов использовать отношение между транспортирующей способностью потока и поступающим расходом влекомых наносов (относительную транспортирующую способность). При перегрузке русла наносами ответная реакция реки заключается в изменении русла от извилистого к многорукавному по типу русловой многорукавности. В противоположном случае, когда наносов, наоборот, слишком мало, река компенсирует разность между большой транспортирующей способностью и относительно малым расходом наносов за счёт развития излучин, удлинения реки и в связи с этим уменьшением транспортирующей способности потока.

Такая разность или по выражению В.В. Митрофанова – диссимметрия является причиной многих явлений и процессов: «Если существует диссимметрия (разность, неравенство, отношение) между частями системы и обеспечивается взаимодействие между этими частями, то должен быть некий эффект» [1].

Частная формулировка этого правила для извилистости будет формулироваться так: «Если существует диссимметрия (разность, неравенство) между тем, что может делать (в самых разных значениях этого словосочетания) сам предмет, и тем, что заставляют делать (предлагают, приходится, нагружают) этот предмет, то результат будет представлять или некую извилистость (изгиб, волнистость, смятие) или разряжение (растяжение, разрыв)».

Типы руслового процесса, выделенные в гидроморфологической теории руслового процесса хорошо укладываются на ось предлагаемого руслоформирующего фактора (относительная транспортирующая способность потока) [2]. Это такой порядок типов: русловая многорукавность, осередковый тип, ленточнорядовый тип, побочный тип, ограниченное меандрирование свободное меандрирование. Объясняется, что лишь незавершённое меандрирование и пойменная многорукавность неправомерно поставлены на одну руслоформирующую ось с перечисленными типами руслового процесса. Предлагается рассматривать два руслоформирующих фактора совместно. Это относительная транспортирующая способность и относительное положение отметки максимума руслоформирующего расхода воды и отметки поймы [3]. При большом и частом затоплении поймы образуются условия для образования поймен-

ных проток, а при редком и небольшом затоплении поймы таких условий нет, и развивается неразветвлённое русло. Получается двумерная матрица по одной оси которой отложена относительная транспортирующая способность потока, а по другой относительная затопляемость поймы. Такое рассмотрение даёт возможность прогнозировать изменение типа руслового процесса конкретного участка реки при изменении составляющих руслоформирующих факторов: поступление наносов на участок, транспортирующая способность потока, отметка максимума руслоформирующего расхода воды.

Многофакторность русловых процессов приводит к рассмотрению нескольких руслоформирующих факторов. Вводится в рассмотрение относительная ширина долины и относительная редуция стока, предложенная Н.С. Знаменской [4]. Получается четырёхмерное пространство определяющих русло факторов. Двумерные таблицы с какими-либо двумя руслоформирующими факторами, как, например, рассмотренная выше, является проекцией такого многомерного пространства руслоформирующих факторов на соответствующие руслоформирующие оси. Замечательно, что каждый из перечисленных руслоформирующих факторов является относительным, а не абсолютным.

Литература.

1. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.
2. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снисенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеиздат, 1982, 272 с.
3. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М., МГУ, 1988, 264 с.
4. Знаменская Н.С. Гидравлическое моделирование русловых процессов. Л., Гидрометеиздат, 1992, 240 с.

8. О гипотезах и причинах формирования русел

(Опубликовано в журнале: Водные ресурсы, 2001, том 28, № 5, с. 628-630).

Описывается объединение двух альтернативных гипотез о причинах формирования русел рек: относительная транспортирующая способность потока и отношение отметки максимума руслоформирующего расхода к отметке поймы. Предложена двухфакторная классификация русел равнинных рек. Рассмотрена двойная типизация различных видов меандрирования: по ограничивающему фактору (ограниченное и свободное) и по генезису (развитое и неразвитое). Обсуждается возможность одновременного учета трех руслоформирующих факторов

Сейчас в науке о русловых процессах основными руслоформирующими факторами считаются транспортирующая способность потока [1] и отношение отметки максимума руслоформирующего расхода к отметке поймы [2, 3].

Каждым из этих факторов объясняются фактически одни и те же типы русловых процессов (одни и те же типы располагаются на каждой из этих руслоформирующих осей, причем некоторые типы располагаются

на этих отдельных осях удачно, некоторые – нет). Какие же типы русловых процессов не объясняются при учете только одного руслоформирующего фактора? Во-первых, изменение транспортирующей способности или расхода наносов не приводит к разработке пойменных проток и образованию пойменной многорукавности, а превышение отметкой руслоформирующего расхода уровня поймы приводит к разработке пойменных проток [2]. Во-вторых, русловая многорукавность не объясняется относительным положением максимума руслоформирующего расхода и «линии осередков», а логично объясняется перегрузкой русла наносами.

Противоречие заключается в разных определяющих факторах, выделяемых для одних и тех же типов русловых процессов. В то же время у каждого из этих руслоформирующих факторов есть свои преимущества. Поэтому целесообразно рассмотреть совместно два эти руслоформирующих фактора. Для этого расположим все типы русловых процессов сразу на две оси и получим рисунок, в которой по горизонтали отложена степень затопления поймы, по вертикали – относительная транспортирующая способность потока (рис. 1; см. рис. 3 в статье 4. Использование ТРИЗ для решения открывательских задач в науке о русловых процессах, стр. 68).

Таким образом, для равнинных широкопойменных рек можно выделить два фактора руслоформирования, каждый из которых независим и по-своему определяет тип русловых процессов. Первый из них – относительная транспортирующая способность потока – увеличивается при переходе по такой цепочке типов русловых процессов: русловая многорукавность, ленточно-грядовый тип, побочный процесс, ограниченное меандрирование, свободное меандрирование. Второй фактор – отношение отметки руслоформирующего расхода к отметке поймы. Для руслоформирующего уровня, меньшего, чем отметка поймы, характерна вышперечисленная цепочка типов русловых процессов, (в неразветвленном русле), а для пика большего отметки поймы – те же типы руслового процесса, только в разветвленном русле.

Стоит обратить внимание на то, что именно в таком порядке, как в первом столбце, происходит смена этих типов русловых процессов как в классификации Н.Е. Кондратьева и И.В. Попова, так и в классификации Б.Ф. Снисченко [1]. Противоречие между этими классификациями обусловлено введением в них разветвлённых русел.

Второй столбец начинается типом, который соответствует сочетанию пойменной и русловой многорукавности. По транспортирующей способности он соответствует русловой многорукавности (также перегружен наносами), а по условиям образования проток – пойменной. Такой тип русловых процессов наблюдается на Амуре у Хабаровска и противоречит обеим упомянутым типизациям, в которых русловая и пойменная многорукавность разнесены на разные концы классификации.

Рассматриваемая двухфакторная схема типов русловых процессов (рис. 1) дает возможность прогнозировать изменение типа при изменении руслоформирующих факторов. Например, при перегрузке потока наносами согласно рисунку можно прогнозировать изменение руслового процесса и появление островов. Такой прогноз подтверждают изменения,

отмеченные на Зее, которая в низовье, подойдя правым берегом к Белым горам из песчаника, стала их размывать. Поток перегрузился наносами. Тип процесса на десятках километров изменился, извилистое русло выпрямилось, и в нём появилось много островов. При увеличении же транспортирующей способности согласно рисунку можно прогнозировать противоположный процесс (размыв берегов, появление извилистости реки), отмеченный, например, на Миссисипи при широкомасштабных спрямлениях излучин.

При уровнях руслоформирующего расхода выше отметки поймы согласно рисунку можно прогнозировать улучшение условий для образования пойменных проток (например, р. Тулва в низовье в результате подпора от Воткинского гидроузла изменила свой тип русловых процессов со свободного меандрирования на разветвленное русло (по типу пойменной многорукавности)). И наоборот, при снижении руслоформирующего уровня и отмирании второстепенных проток можно прогнозировать постепенное формирование неразветвленного русла.

Очевидны преимущества рис. 1 в решении практических и научных задач.

Обычно меандрирование разделяется на ограниченное и свободное. На рис. 1 показано, что ограниченное и свободное меандрирование различаются по величине относительной транспортирующей способности потока. Подчеркивая различное **происхождение** типов меандрирования, возможно, следовало бы назвать их иначе (например, *развитое* и *неразвитое* меандрирование).

Дополнительно необходимо подразделять разные виды меандрирования **по степени проявления ограничивающих условий**. В случае большой относительной транспортирующей способности потока реке следовало бы развиваться по типу *свободного* меандрирования. Но в узкой долине из-за ограничения ширины пояса меандрирования русло может развиваться только по типу *ограниченного* меандрирования. Может быть противоположная ситуация – в случае меньшего превышения транспортирующей способности по сравнению с поступлением наносов река будет развиваться по схеме ограниченного меандрирования даже в широкой пойме с достаточным пространством для размещения развитых излучин свободного меандрирования.

Это заключение позволяет положительно ответить на вопросы: могут ли существовать ограниченное меандрирование без ограничивающих условий и прямое русло без ограничивающих факторов (рис. 2)?

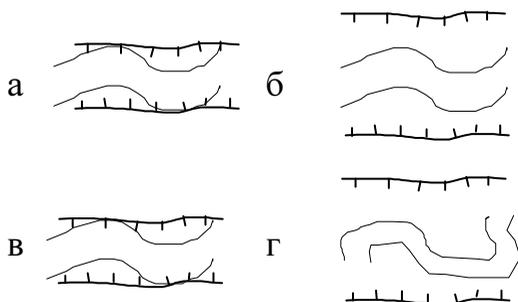


Рис. 2. Виды меандрирования в зависимости от определяющих факторов. При малой относительной транспортирующей способности: а – «неразвитое» меандрирование в узкой долине, на узкой пойме (которое можно назвать «ограниченным» (ограничение есть, но не оно определяет тип)), б – «неразвитое» меандрирование в широкой долине, на широкой пойме (ничем не ограничено). При большой относительной транспортирующей способности: в – «потенциально свободное» меандрирование в узкой долине (ограниченное меандрирование (ограничение есть и действует)), г – свободное («развитое») меандрирование в широкой долине (это настоящее свободное меандрирование).

Таким образом, двух терминов («ограниченное» и «свободное») для характеристики меандрирования как процесса недостаточно. В гидроморфологической теории [1] подразумеваются только варианты, соответствующие рис. 2в и 2г. Можно предположить, что следует использовать **двойную классификацию**: по степени ограничения (ограниченное или свободное меандрирование) и по генетической причине (например, «развитое» и «неразвитое»).

Вывод: ограничивающие условия – это третий независимый руслоформирующий фактор. Одновременно нельзя ограничиваться только отношением ширины поймы к ширине русла как единственным определяющим фактором для всех типов руслового процесса. В широких долинах на широких поймах могут быть не только извилистые реки, но и прямые, и разветвлённые.

Рассмотрим таблицу морфодинамических типов русловых процессов, предложенную Р.С. Чаловым [3], имеющую две размерности. Значит, размещённые в ней типы русел обусловлены двумя руслоформирующими факторами. Вертикальная ось представляет собой ограничивающее условие – отношение ширины поймы к ширине русла. Действительно, в широком русле может быть и прямое, и извилистое, и многорукавное русло. На горизонтальной оси расположены извилистые, прямые неразветвлённые русла и русловая многорукавность. На рис. 1 показано, что определяющий фактор для такого ряда типов – относительная транспортирующая способность потока. В этой таблице типы расположены по двум рус-

лоформирующим факторам: 1 – относительная транспортирующая способность и 2 – ограничивающие условия.

Следующий шаг – объединение не двух, а сразу трёх руслоформирующих факторов: относительной транспортирующей способности; относительного затопления поймы; относительной ширины поймы. На плоскости затруднительно отобразить получающийся куб типов русловых процессов по этим трём руслоформирующим факторам. На рис. 1 представлена двухфакторная таблица – проекция трехмерного куба руслоформирующих факторов на две оси: относительную транспортирующую способность по вертикали и относительное затопление поймы по горизонтали; а двухфакторная таблица Р.С. Чалова [3] – это проекция того же трехмерного куба на плоскость с двумя другими руслоформирующими факторами: относительная транспортирующая способность и относительная ширина поймы.

Приём объединения альтернативных гипотез плодотворен [4]. Он позволяет использовать лучшее из каждой гипотезы и лишает каждую из отдельных гипотез присущих им недостатков. Применение такого объединения гипотез для решения проблем формирования типов русловых процессов дает возможность прогнозировать изменения типов русловых процессов при изменении нескольких независимых руслоформирующих факторов.

Литература

1. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., Гидрометеиздат, 1982, 272 с.
2. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в её бассейне. М., Изд. АН СССР, 1955. 346 с.
3. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М.: МГУ, 1988. 264 с.
4. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998, 395 с.

9. Три режима движения жидкости – ламинарный, турбулентный и кавитация.

(Краткий вариант опубликован в сборнике: 2-ая Международная научная конференция студентов и молодых учёных «Актуальные проблемы современной науки». Самара, 2001, с. 200).

В этой статье мы пытаемся найти ответы на вопросы:
«Почему существуют два режима движения жидкости?»
«Сколько существует режимов движения жидкости?»
«В чём причина существования режимов движения жидкости?»

Окончательных ответов на эти и подобные вопросы в современной науке нет. После опытов Рейнольдса в трубе критерием существования ламинарного и турбулентного режимов является число Рейнольдса $Re = \nu h / \nu$, где ν – скорость, h – некий линейный размер (это не глубина), ν – кинематическая вязкость. Пограничное (критическое) значение числа

Рейнольдса по данным разных исследователей изменяется от 300 до 3000. Почему она так разнится?

Характерно различие между ламинарным (параллельно струйным) и турбулентным (извилистым) режимами течения жидкостей. Интересно, что тут мы видим аналогию с прямыми и извилистыми руслами.

Причиной образования любой извилистости вообще является разность между тем, что может делать предмет, и тем, что заставляют его делать [1]. В русловедении именно разность между транспортирующей способностью потока (тем, что может транспортировать река) и поступлением наносов в реку (тем, что приходится транспортировать реке) является причиной образования различных типов русел. При относительно малом поступлении наносов образуется извилистость, а при относительно большом поступлении наносов – русловая многорукость [1]. Подробное описание разности, диссимметрии, неравенства как причины физических явлений и процессов можно найти в книге В.В. Митрофанова [2].

Аналогично критерием ламинарного и турбулентного режимов движения жидкостей должна быть такая же разность. Как раз именно так интерпретируют число Рейнольдса Т. Карман на страницах 249-251 и сам Рейнольдс на страницах 185-227 в статьях, опубликованных в сбор-

нике «Проблемы турбулентности» [3]: $Re = \frac{v \cdot h}{c \cdot \lambda}$, где c – скорость молекул, λ – средний путь пробега молекул. Тогда становится ясным физический смысл числа Re . Числитель представляет собой интенсивность движения всего объема жидкости (что он «может сделать» под действием силы тяжести), а знаменатель – темп теплового движения (чем выше скорость молекул и чем меньше пробег молекул, тем чаще их «тепловые» соударения). Всё укладывается в нашу концепцию образования извилистости.

Число, характеризующее режим движения жидкости, является отношением скорости движения молекул рассматриваемого объема жидкости к скорости движения самого объема жидкости в целом. При равенстве скоростей наблюдается ламинарное движение жидкости, а при превышении местных скоростей по сравнению с переносной стройность рядов нарушается, задние обгоняют передних, получается много лишней суеты, а жидкость двигается турбулентным режимом.

В русловедении [1] было два коренным образом отличающихся варианта типов русел с промежуточным средним: в одну сторону от прямых русел у нас были извилистые русла, а в другую – русловая многорукость. Там наблюдались две противоположности: и превышение транспортирующей способностью над поступлением наносов, что приводило к образованию извилистости, и, наоборот, превышение поступления наносов над транспортирующей способностью, что приводит к образованию русловой многорукости.

А режимы движения жидкости признаются только прямые и извилистые:

Вид процесса	Внешнее проявление и внутренняя сущность процесса		
	Извилистое (сжатое)	Прямое (ровное)	Разветвлённое (разорванное)
Типы русел	Меандрирование	Ленточногрядовый тип	Русловая многоорукавность
Режимы движения жидкости	Турбулентный режим	Ламинарный режим	? режим

Почему нет обратного эксперимента – некоего разрежённого потока при противоположном от турбулентного режима значении числа Рейнольдса? На самом деле такое обратное явление есть.

Обратный эффект к турбулентности называется *кавитация*. При кавитации в толще жидкости появляются пустоты. Это поток, который ещё «ламинарнее» ламинарного потока! Другое дело, что для нас кавитация ассоциируется с нестационарностями и даже разрушениями гидротехнических конструкций. Дело в том, что в тот момент, когда жидкость находится в состоянии кавитации, – она действительно «ламинарнее» ламинарного, а когда далее она выходит из того места, где были условия для такого режима движения жидкости, она уже в другом месте и производит разрушения при переходе к другим режимам жидкости, схлопывая пузырьки. Виновата не сама кавитация, а процесс перехода от кавитации к другим режимам движения жидкости.

Итак, существует три режима движения жидкости: турбулентный, ламинарный и кавитация.

Качественное различие между этими режимами заключается в отношении скорости движения молекул жидкости к скорости движения всего объёма жидкости. При равенстве этих скоростей (то есть когда скорость движения каждого солдата равна скорости движения всей колонны) имеем ламинарный режим движения жидкости. В случае если скорость движения молекул больше, чем скорость движения всего объёма жидкости (то есть Моськи понапрасну и много бегают вокруг Слона) имеем турбулентный режим жидкости. В обратном случае, когда скорость движения молекул меньше, чем скорость движения всего объёма жидкости (передовые колонны устремились вперёд, а остальные тянутся позади), жидкости приходится разрывать межмолекулярные связи, образуются внутриводные полости-разрывы, имеем кавитационный режим движения жидкости.

А почему же критические значения числа Re (соответствующие переходу между ламинарным и турбулентным режимами жидкости) приводятся разные?

Надо отметить 3 факта: 1) эксперименты по его выявлению проводятся в трубах (а, не, например, в лотках); 2) вместо характерного расстояния h вводят диаметр трубы d , это неправомочно, но 3) связь с диаметром вместо h в числителе действительно прослеживается.

Эксперименты в трубах наводят на мысль об ограничивающих условиях (аналогично ограничивающей сущности относительной ширины поймы для формирования русел рек). То есть в одном числе Re скры-

ты на самом деле 2 фактора: первый $\frac{v \cdot h}{c \cdot \lambda}$ – активный. И второй – относительная теснота трубы, что-то типа d/h , но он проявляется только тогда, когда диаметр трубы d меньше характерного линейного размера h , то есть он пассивный. Его проявление заключается в том, что в тесных тру-

бах, когда, судя по «настоящему» активному фактору $\frac{v \cdot h}{c \cdot \lambda}$ (где h , а не диаметр d), уже вроде бы должен быть турбулентный режим, но $h < d$, и режим всё ещё остаётся ламинарным. Отсюда связь перехода из ламинарного режима в турбулентный с диаметром трубы и желание поставить d вместо h в числитель. Критические числа Рейнольдса получаются разными у разных исследователей из-за попытки учёта совместного влияния двух факторов в одном выражении.

Пусть $c \cdot \lambda = \text{const}$, тогда можно построить такой график, представляющий собой гиперболу в поле скорости потока (v) и характерной длины (h). Эта кривая разграничивает ламинарный и турбулентный режимы движения. Всё было бы хорошо, если бы не было ограничивающего условия (относительная теснота трубы). Пусть имеем состояние со скоростью v_1 и характерной длиной h_1 . (Оно показано на рис. в виде точки 1). Но если всё это происходит в трубе диаметром d , то такое ограничивающее условие заставляет режим быть ламинарным (точка 2).

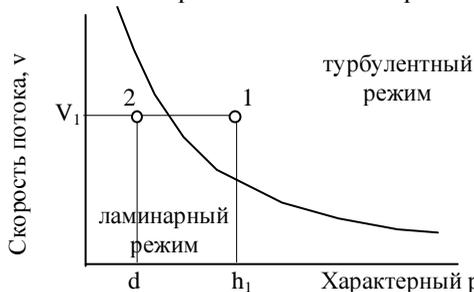


Рис. Области ламинарного и турбулентного режима движения жидкостей и влияние диаметра трубы (ограничивающего условия) на изменение режима.

Отсюда можно сделать вывод, что формальное использование числа Рейнольдса не правомерно. В трубах имеется выраженная связь режима движения жидкости с диаметром трубы из-за ограничивающей сущности размера поперечного сечения трубы. Там правомерно использования стандартной формы числа Рейнольдса с произведением скорости и длины в числителе и в знаменателе.

Для потоков с открытой водной поверхностью ограничивающего фактора нет, введение в числитель и знаменатель линейных величин не требуется. Достаточно лишь отношения скоростей частиц жидкости и всей жидкости в целом.

Литература

1. Кондратьев А.Н. Причина образования извилистости: меандрирование рек и других природных потоков // Известия РАН. Серия географическая, 2000, № 4, с. 42-44.
2. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия, СПб., Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга. 1998, 395 с.
3. Проблемы турбулентности. Сборник переводных статей под ред. М.А. Великанова и Н.Т. Швейковского. М.-Л., ОНТИ, 1936, 332 с.

С автором можно связаться.
Телефоны: (812) 342 83 73, (905) 262 22 02
e-mail: ruslovedru@gmail.com
<http://rusloved.ru>

Издательство:

Типография:

Тираж 500 экз.