

**Санкт-Петербургская ассоциация  
предприятий радиоэлектроники,  
Российская академия естественных наук,  
Смольный институт Российской академии образования**

**Е.К.Мельников, Г.М.Пивоварова, Н.П.Меткин, К.Б.Фридман,  
А.Г.Резунков, О.П.Резункова, М.Ф.Кондрич, С.Н.Носков**

**ЗОНЫ  
ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАЗЛОМОВ  
И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

**учебно-методическое пособие**

**Под редакцией профессора Н.П. Меткина**

**Санкт-Петербург  
2013 г.**

УДК 550.8; 614.1  
ББК 26.3; 51.1; 30Н

Рецензенты: Тегза Василий Юрьевич – доктор медицинских наук, профессор Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова  
Живлюк Юрий Николаевич – академик РАЕН, доктор физико-математических наук, профессор, председатель Федерального экспертного совета

Е.К.Мельников, Г.М.Пивоварова, Н.П.Меткин, К.Б. Фридман, О.П.Резункова, А.Г.Резунков, М.Ф.Кондрич, С.Н.Носков. **Зоны геодинамически активных разломов и их влияние на здоровье человека.** Учебно-методическое пособие. – СПб.: 2013. – 76 с.

Учебно-методическое пособие посвящено влиянию геодинамически активных разломов (ГДАР) на здоровье человека. С конца XX века, когда человек стал задумываться о качестве жизни, вопрос о невидимом, но довольно сильном воздействии ГДАР на технические объекты, на психику человека, на его самочувствие и здоровье становится основополагающим. При плотном развитии техносферы, урбосферы действие ГДАР невозможно не учитывать.

В работе показано на конкретных примерах, полученных на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области, что влияние ГДАР преобладает над действием загрязнения воздуха и почвы отходами технических производств. Кроме того приведен фактический материал, основанный на собственных полевых наблюдениях и на результатах экспериментов, проведенных авторами данной работы. Приведены практические рекомендации по обнаружению ГДАР.

Работа предназначена для магистров, аспирантов и для слушателей курсов постдипломного образования, чья деятельность напрямую связана с последствиями воздействия ГДАР: государственные чиновники, строители, эксплуатационщики технических сооружений, медицинские работники и все специалисты, занимающиеся проблемами геоэкологии.

Работа выполнена в рамках проекта № 119-537 «Геоэкология дома – основа безопасности жилья и здоровья человека». При реализации проекта используются средства государственной поддержки, выделенные в качестве гранта в соответствии с распоряжением Президента Российской Федерации от 29.03.2013 № 115-рп и на основании конкурса, проведенного Общероссийской общественной организацией «Лига здоровья нации»»

ISBN 978-5-94494-077-3

- © коллектив авторов, 2013 г.
- © Санкт-Петербургская ассоциация предприятий радиоэлектроники, 2013 г.
- © Российская академия естественных наук, 2013 г.
- © Смольный институт Российской академии образования, 2013 г.
- © Общероссийская общественная организация «Лига здоровья нации», 2013 г.
- © ООО Издательство «Ладога-100», 2013 г.

## ОТ РЕДАКТОРА

Проблема геопатогенных зон (ГПЗ) начала привлекать внимание многих зарубежных ученых, начиная с двадцатых годов прошлого столетия. К их числу, несомненно, следует отнести Густава фон Поля и Олдриха Юризека. В дальнейшем, в 50-х годах прошлого столетия, к их исследованиям подключились специалисты самых разных специальностей - медики, биологи, геологи, геофизики, физики и др. Большой вклад в изучение геопатогенных зон внесли немецкие ученые - доктор Э.Хартман, и М.Карри, бразильский врач Ж.Б.Маркондес, М.Буено (Испания), Кэт Бахлер (Австрия), П.Фрелих (Швейцария), инженеры Н.Кемпе (Австрия), Э.Ригге (Англия), Г.Басслер (Аргентина), профессора-физики - И.Рокар (Франция), Л.Кениг, Г.Д.Бетц (Германия), З.Харвалик (США) и другие.

В последнее тридцать лет проблема ГПЗ стала привлекать к себе внимание специалистов и в нашей стране. Пионерами в этих исследованиях стали геологи Н.Н.Сочеванов, Е.К.Мельников, физик А.И.Плужников. В ноябре 1990 г. в Москве прошел первый научный семинар по проблемам геопатогенных зон, на котором было представлено большое количество докладов советских и иностранных исследователей (Д.П.Дубров, В.Г.Прохоров, В.Е.Ланда, С.М.Иогин и др.).

Следует подчеркнуть, что исходные данные о многих из ГПЗ статистически не представительны и в профессиональном отношении недостаточно надежны. Для оценки достоверности подобной информации в пределах Санкт-Петербургского региона в 1992-2005 г. был проведен комплекс геологических, эколого-геохимических и медико-географических исследований. В них приняли участие ряд научных организаций Санкт-Петербурга и ученых – доктор геол.-мин.наук В.А.Рудник, доктора медицинских наук Ю.И.Мусийчук, В.Н.Никитина, Г.В.Каляда, доктор технических наук А.Н.Шабаров, кандидаты медицинских наук Н.В.Ковалева, П.П.Сиващенко, С.С.Ярицин, В.Э.Шуркас и ряд других исследователей.

Настоящая работа обобщает и продолжает научные работы российских и зарубежных ученых на основе использования инструментальных методов измерений и статистической оценки их результатов. Работа выполнялась специалистами Санкт-Петербургской ассоциации радиоэлектроники с участием других ученых из Горного университета, Академии им. Мечникова, Медико-социального института и ряда других.

Данная работа проводится на основе гранта, выделенного в соответствии с Распоряжением Президента Российской Федерации № 115-рп от 29 марта 2013 года «Об обеспечении в 2013 году государственной поддержки некоммерческих неправительственных организаций, реализующих социально значимые проекты и участвующих в развитии институтов гражданского общества».

Авторы надеются, что предлагаемое учебно-методическое пособие будет полезно широкому кругу читателей от студентов и аспирантов ВУЗов до опытных специалистов, практикующих в области медицины, экологии, геологии, производственного и жилищного строительства и привлечёт внимание учёных различных научных направлений к дальнейшему изучению рассматриваемой проблемы.

Н.П.Меткин  
академик ЕАЕН, профессор, доктор технических наук,  
Ген.директор Санкт-Петербургской ассоциации  
предприятий радиоэлектроники

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В старину люди разных стран мира большое внимание уделяли выбору места для строительства жилых домов и, в особенности, храмов и культовых сооружений. При этом использовалось повышенное «чутье» к неблагоприятным для проживания местам наших меньших братьев – домашних животных («там, где легли овцы, строй дом», «там, где села сорока, рой колодец») либо опыт сведущих, известных во всей округе людей, умевших определять с помощью биолокации наиболее оптимальные места для рытья колодцев.

По мере увеличения численности населения и роста городов опыт выбора места для строительства жилищ был предан забвению. При дефиците земельной площади и в погоне за более «экономным» использованием коммуникаций начали строить дома в любом пригодном для застройки месте, включая и урочища, издавна считавшиеся нашими предками непригодными для жилья. Результаты не замедлили сказаться: появились дома и целые участки улиц, где люди из поколения в поколение без видимых на то причин стали умирать от рака, лейкемии, рассеянного склероза и т.д. Благодаря «лозоходцам» было установлено, что подавляющая часть таких домов располагается над подземными «водными потоками». Особенно много внимания этому вопросу было уделено в странах Западной Европы – в Германии, Австрии, Швейцарии, Франции. Наиболее серьезные исследования относились к двадцатым годам прошлого столетия, когда немецкие геологи установили, что в г. Штутгарт процент смертности от рака наиболее высок в районе, пересекаемом пятью разнонаправленными разломами.

В 1929 г. Густав фон Поль, проводя исследования в городах Висбибург и Графенау в Баварии с населением в 10 000 человек, установил, что кровати всех 58 человек, умерших от рака, располагались точно над выявленными им



с помощью биолокации «водными жилами». Результаты своих исследований он изложил в вышедшей в 1932 году книге «Земные лучи как патогенный фактор». В это же время чешский врач-онколог Олдрих Юризек обнаружил, что у людей, проживавших в домах, построенных на месте высохших русел рек, отмечается наиболее высокий процент ранней смертности от различных заболеваний. К выводу о важной роли такого рода геопатогенных зон (ГПЗ) в возникновении раковых заболеваний пришел в 1950 г., доктор медицины Манфред Курри, возглавлявший в то время Медико-биологический институт в Баварии. По его мнению, фактором, провоцирующим рак, является «теллурическая радиация» обусловленная не только подземными водами, но, и в особенности земной энергетической сеткой – так называемой «диагональной сеткой Курри».

Особо остро проблема геопатогенных зон (ГПЗ) начала привлекать внимание многих зарубежных ученых начиная с пятидесятых годов прошлого столетия. В 1955 г. выходит брошюра В.Фритча «Проблема геопатогенных зон с точки зрения геофизика». Приблизительно в это же время профессор геологии Иохим Вальтер на основе проводимых им экспериментов показал важное значение в образовании ГПЗ подземных вод. Одними из наиболее популярных книг, посвященных влиянию ГПЗ на здоровье человека, являются книги Кати Бахлер, и, в особенности, ее монография «Земная радиация». На основании обследования 11 000 человек, выполненного в 14 странах, она приходит к выводу о том, что раковые, а также не поддающиеся лечению психические и другие хронические заболевания у детей и взрослого населения обусловлены нахождением их спальных мест в узлах пересечения патогенных зон. Перемещение кровати в другое место, как правило, приводило к постепенному выздоровлению людей.

Общество охраны здоровья Дальвича в Великобритании представило информацию о том, что наличие геопатогенного стресса было установлено в случаях большинства заболеваний, включая рак, рассеянный склероз, сердечнососудистые заболевания. Наиболее явными признаками длительного нахождения людей над ГПЗ являются: бессонница, ночные кошмары, чувство холода, отсутствие чувства отдыха после сна, депрессии, неэффективность лечения. В Германии доктором Е.Хартманом, а затем в Болгарии врачом В.Сарачевой было установлено, что у 80% добровольцев, помещенных в геопатогенную зону, заметно ухудшалось самочувствие, учащался пульс, подскакивало давление, менялись электросопротивление кожи и результаты биохимического анализа крови.

В последнее тридцать лет проблема ГПЗ стала привлекать к себе внимание специалистов и в нашей стране. В ноябре 1990 г. в Москве прошел посвященный ГПЗ семинар, на котором было представлено большое количество докладов советских и зарубежных исследователей (Проблема патогенных зон, 1990). Д.П.Дубров, ссылаясь на многочисленные источники, оце-

нивает вклад ГПЗ в возникновении у человека онкозаболеваний в 50-70%. В.Г.Прохоров с соавторами, выполнившие биокомфортную оценку территории городов Абакан, Минусинска и Керчи, привели пример, когда палата с необъяснимо высокой смертностью среди выздоравливающих больных-сердечников оказалась расположенной в узле пересечения ГПЗ. В.Е.Ланда и др. провели исследования вдоль западного берега оз.Байкал в городах Шелехово и Улан-Удэ. В пределах последнего по результатам сейсмической, эманационной и биолокационной съемок масштаба 1:10 000, подтвержденных данными бурения гидрогеологических скважин, был выделен ряд линейных и радиально-кольцевых зон шириной 50-150 метров. Все очаги повышенной заболеваемости раком и сердечнососудистыми болезнями пространственно совпали с узлами пересечения этих зон.

С.М.Иогин методом биолокационной съемки масштаба 1:50 000 выделил в пределах г.Норильска шесть близширотных зон шириной 30-100 метров, пространственно совпадающих с главнейшими тектоническими нарушениями и отдельными рудными телами медно-никелевых руд. Все деформированные здания, подлежащие сносу, попали в эти геологические структуры, являющиеся, как оказалось, и зонами повышенного риска при строительстве инженерных сооружений.

Следует подчеркнуть, что большинство исследователей ГПЗ, не давая однозначных объяснений их природе, указывает на пространственную приуроченность их к таким геологическим неоднородностям, как тектонические нарушения и подземные водные потоки. В то же время многие заключения базируются на использовании лишь данных биолокации, не подтвержденных инструментальными геолого-геофизическими исследованиями. Исходные данные о многих из ГПЗ статистически не представительны и в профессиональном отношении недостаточно надежны. Это в значительной степени определило методику проведения излагаемых в настоящей работе исследований по установлению геологической природы ГПЗ и оценки статистической достоверности данных об их влиянии на биологические объекты, в том числе и на здоровье человека.

Е.К.Мельников  
член Петровской АН, кандидат геол.-мин.наук,  
Заслуженный геолог России,  
ведущий научный сотрудник лаборатории геодинамики  
Национального минерально-сырьевого университета «Горный»,  
руководитель проекта «Геоэкология дома  
— основа безопасности жилья и здоровья человека»

## ВВЕДЕНИЕ

Как уже отмечалось выше в отечественной и зарубежной литературе в последние годы приводится все больше и больше сведений о том, что состояние среды обитания биоты, в том числе и человека, определяется не только степенью техногенной загрязненности окружающей среды, но и наличием целого ряда изначально существовавших факторов природного характера, среди которых ведущую роль играют такие неоднородности строения земной коры, как зоны разрывных тектонических нарушений и напряжений, и приуроченные к ним древние захороненные реки (палеодолины).

Для оценки достоверности подобной информации в пределах Санкт-Петербургского региона в 1992-2005 г. был проведен комплекс геологических, эколого-геохимических и медико-географических исследований. На разных этапах в них приняли участие Региональный геоэкологический центр ГПП «Невскгеология», Ассоциация ученых «Будущее Санкт-Петербурга» при Санкт-Петербургском научном центре РАН, Институт «ВНИМИ», Минерально-сырьевой университет «Горный», Ассоциация «Человек и окружающая среда», Ленинградский областной и Санкт-Петербургский городской онкологические диспансеры, НИИ гигиены и профпатологии.

В разные годы в этих исследованиях приняли активное участие доктор геол.-мин.наук В.А.Рудник, доктора медицинских наук Ю.И.Мусийчук, В.Н.Никитина, Г.В.Каляда, доктор технических наук А.Н.Шабаров, кандидаты медицинских наук Н.В.Ковалева, П.П.Сивашенко, С.С.Ярицин, В.Э.Шуркас.

Большую работу по оформлению настоящего учебно-методического пособия и графических иллюстраций к нему выполнила Л.М.Панова.

При анализе взаимосвязи заболеваемости населения с геологическими структурами использовались материалы поисковых, геолого-съёмочных, геофизических работ, эколого-геохимического картирования, данных бурения, а также среднестатистические данные о детской заболеваемости, смертности и онкозаболеваемости населения как по районам области и города, так и по микрорайонам отдельных поликлиник, с привязкой данных по заболеваемости к каждому конкретному дому.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что в настоящем учебно-методическом пособии в качестве геопатогенных рассматриваются только реально существующие в природе зоны геодинамически активных разломов (ГДАР), выделяемые по результатам геологического картирования и геофизических исследований. Относимые некоторыми исследователями к геопатогенным так называемые решетчатые энергетические сетки: ортогональные Хартмана с расстоянием 2х2,5 м, Швейцера – 16х16 м и диагональная Курри с расстоянием между патогенными линиями 3,75 или 7,5 м, выделяемые лишь с помощью биолокации (без подтверждения инструментальными методами), в настоящей работе не рассматриваются.

Ниже излагаются основные сведения о зонах тектонических нарушений, геодинамически активных разломах, о приуроченных к этим геологическим структурам геофизических и геохимических аномалиях. На примере г.Санкт-Петербурга и Ленинградской области оценивается степень статистической значимости влияния зон геодинамически активных разломов (ГДАР) на здоровье и поведенческие функции человека.

## **1. ЗОНЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАЗЛОМОВ (ГДАР)**

### **1.1. Общая характеристика, ранжирование ГДАР по масштабу проявления**

Геодинамически активные разломы (ГДАР) представляют собой расколы в земной коре мощностью до первых десятков метров и протяженностью от сотен метров до десятков километров, проявленные в скальных породах зонами повышенной трещиноватости и брекчирования.

Наиболее мелкие из них протяженностью от 5 до 10 километров проявляются в виде линейментов на картах современного рельефа и космоснимках масштаба 1:50 000 – 1:100 000. Расстояние между ними обычно не превышает 5-10 км. Выделяемые по геолого-геофизическим данным более крупные тектонические нарушения прослеживаются по простиранию на десятки километров. Расстояние между ними на геологических картах масштаба 1:200 000 – 1:500 000 достигает 10-50 км. Сближенные, субпараллельные ГДАР образуют региональные и трансконтинентальные геоактивные зоны протяженностью в сотни километров. Такие зоны, проявленные не только в отложениях осадочного чехла, но и в кристаллическом фундаменте, находят свое отражение на тектонических и геодинамических картах масштаба 1:1 000 000 – 1:2 500 000. Расстояние между субпараллельными из них обычно превышает 100 км.

В зависимости от направления движения тектонические разломы делятся на три основные группы. Разлом, в котором основное направление движения происходит в вертикальной плоскости, называется разломом со смещением по падению, если в горизонтальной плоскости – то сдвигом. Если смещение происходит в обеих плоскостях, то такое смещение называется сбросо-сдвигом. В любом случае, наименование применяется к направлению движения разлома, а не к современной ориентации, которая могла быть изменена под действием местных либо региональных складок, либо наклонов.

**Разломы со смещением по падению** делятся на сбросы, взбросы и надвиги (рис.1.1). Сбросы происходят при растяжении земной коры, когда один блок земной коры (висячий блок) опускается относительно другого (подошвы).



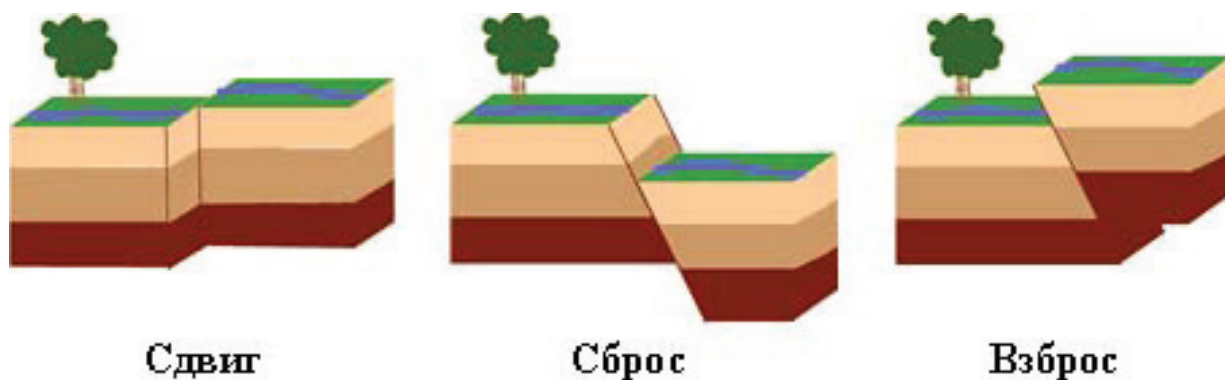


Рисунок 1.1 – Виды разломов со смещением по падению

Участок земной коры, опущенный относительно окружающих участков сброса и находящийся между ними, называется **грабеном**. Если участок наоборот приподнят, то такой участок называют **горстом** (рис.1.2 и 1.3).



Рисунок 1.2 – Грабен

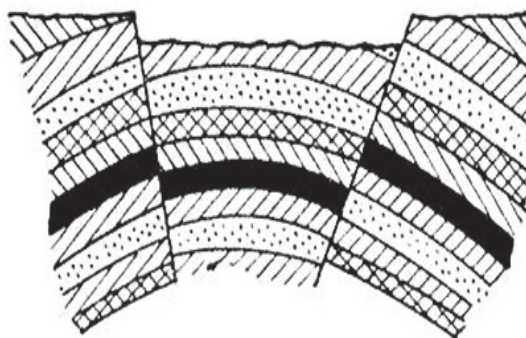


Рисунок 1.3 – Горст

**Сбросы** регионального значения с небольшим углом называют **срывом** или отслаиванием. Взбросы происходят в обратном направлении - в них висячий бок движется вверх относительно подошвы, при этом угол наклона трещины превышает  $45^\circ$ . При взбросах земная кора сжимается. Ещё один вид разлома со смещением по падению - это надвиг, в нём движение происходит аналогично взбросу, но угол наклона его плоскости не превышает  $45^\circ$ . Плоскостью разлома называется плоскость, вдоль которой происходит разрыв.

**Сдвиги.** При сдвигах разделяемые плоскостью разлома блоки перемещаются относительно друг друга в горизонтальном направлении.

Непременным условием для отнесения тектонического нарушения к ГДАР являются продолжающиеся по нему относительные перемещения разделяемых им блоков и в настоящее время. Судя по вертикальным деформациям тоннельных реперов Санкт-Петербургского метрополитена, вертикальные перемещения по разломам, пересекающим территорию города, имеют знакопеременную направленность и достигают 0,5-20,0 мм в год (рис.1.4), а в узлах пересечения разломов, в одном из которых расположен участок повторяющихся (1974, 1975, 1995 гг.) аварий метро у площади Мужества, 30,0-50,0 мм в год.

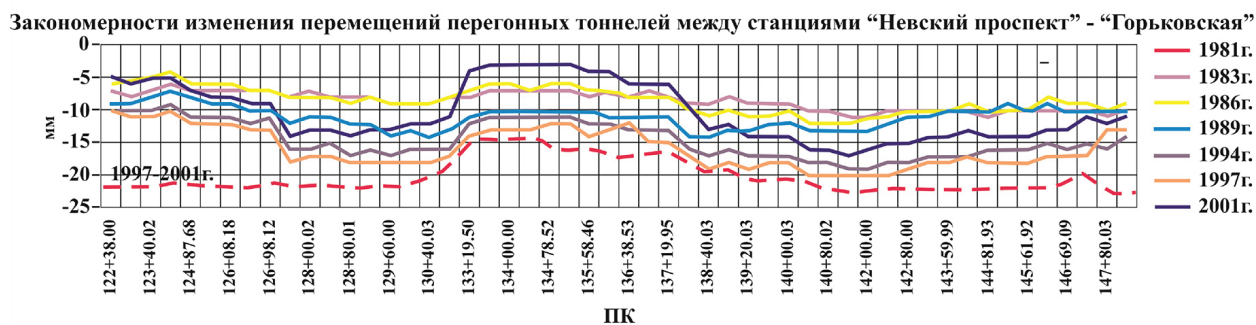
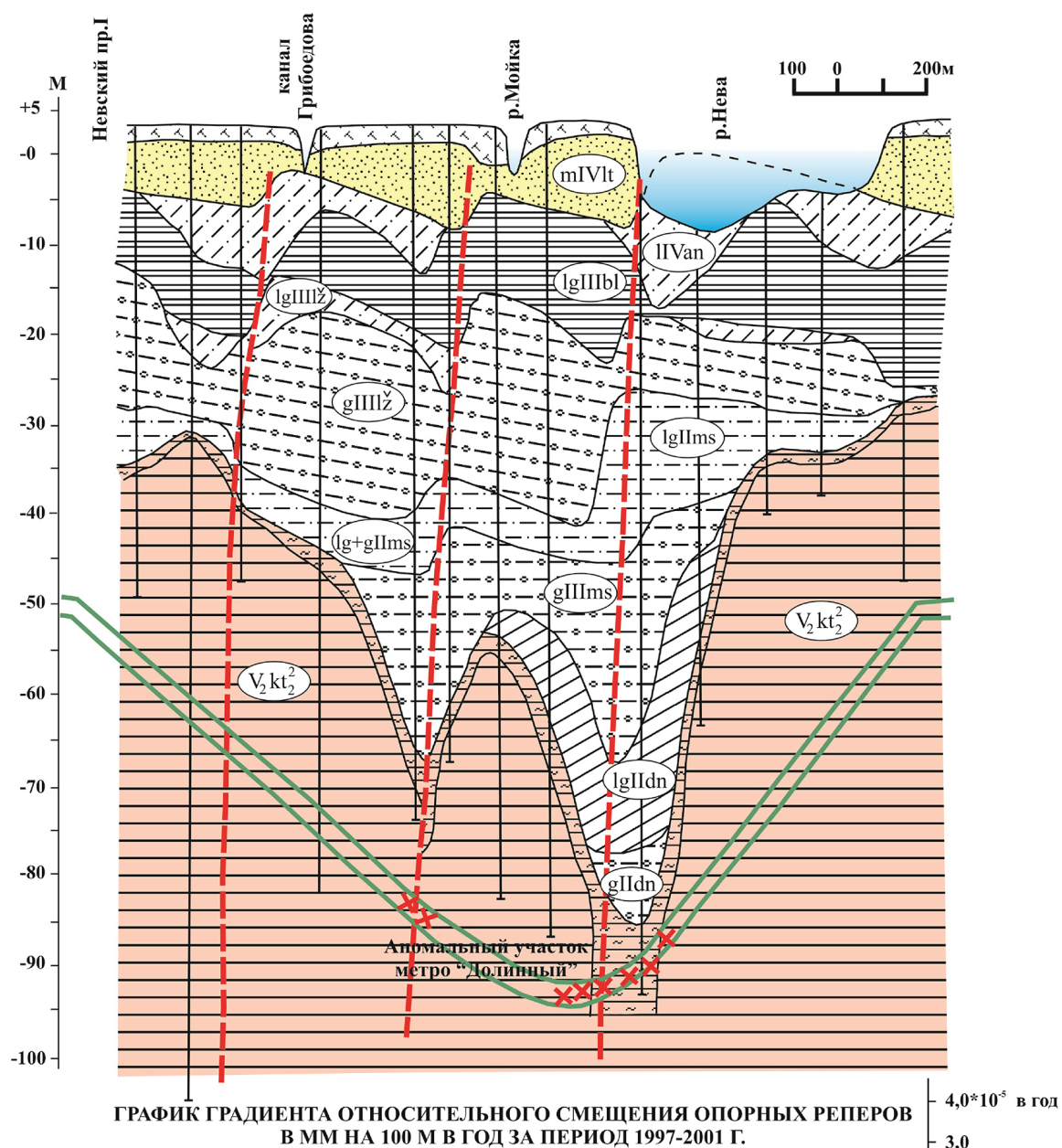


Рис. 1.4. Геологический разрез по линии метрополитена между станциями (по материалам института «Ленметрогипротранс»)

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ к геологическому разрезу ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОД

	Насыпные грунты
	Пески мелкие, пылеватые
	Пески мелкие и средние, гравелистые
	Валунно-гравийно-галечные отложения
	Супеси и суглинки
	Валунные супеси и суглинки (морена)
	Суглинки
	Глины ленточные
	Глины коренные, слоистые, твердые
	Глины перемятые (дислоцированные)

### СТРУКТУРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ОТЛОЖЕНИЙ

#### Четвертичные:

tIV	современные, антропогенные
mIVlt	голоценовые морские, литориновые
IIVan	голоценовые озерные (аллювиальные?) анциловые
lgIIIbl	позднеледниковые Балтийского озера
lgIIIž	озерно-ледниковые лужской стадии поздневалдайского этапа
gIIIž	моренные, ледниковые лужской стадии
f,lgII	флювиогляциальные и озерно-ледниковые московского горизонта
gIIIm	ледниковые московской стадии
lgIIIdn	озерно-ледниковые днепровского ледниковья
gIIIdn	ледниковые днепровского ледниковья

#### Коренные:

$V_2 kt_2^2$	вторая пачка верхнекотлинской подсвиты верхнего венда (котлинские глины)
	Предполагаемые геодинамически активные зоны разломов, проявленные в разрезе четвертичных отложений в виде приразломных флексурных перегибов
	Тоннели метрополитена
	Участки инженерных осложнений в тоннелях метрополитена

*«Невский проспект» и «Горьковская» Составил Е.К. Мельников  
и Петербургского метрополитена), 2009 г.*



Особенно важным при строительстве является то, что молодые активные разломы достаточно четко проявляются в форме ослабленных зон и в разрезе молодых четвертичных отложений, представляющих основу для различных инженерных сооружений. В пределах такого рода ослабленных зон отмечается телескопирование на разных уровнях линз обводненных песков, в том числе и плывунов, растрескивание, проседание, разнообразные смещения и пластические деформации глинистых горизонтов. В результате резко возрастающей в зонах ГДАР деструктуризации горных пород изменяются их физико-механические свойства. Из сухих и твердых они превращаются в различной степени обводненные и текучепластичные. Показатели консистенции глин в зонах активных разломов увеличиваются по сравнению с нормативными (СНиП 2.02.01-83) в 2 раза, а величина показателей сцепления и модуля деформации, наоборот, уменьшается в 3-4 раза.

Будучи мобильно-проницаемыми ГДАР представляют собой каналы для поступления из глубины к поверхности минерализованных вод и газовых эманаций (радона, метана, углекислого газа, водорода). С поступлением водорода, очевидно, связано резкое снижение ионизации воздуха в расположенных над ГДАР помещениях (до первых сотен отрицательных аэронов кислорода в 1 см<sup>3</sup> при ПДК 600 и при оптимальной концентрации для человека 1500-5000), а также водородное охрупчивание и расслоение металла, как в подземных коммуникациях, так и в наземных инженерных сооружениях.

Фрагментарно зоны разломов сопровождаются аномалиями гравитационного и магнитного полей, а на всем своем протяжении аномалиями естественного импульсного электромагнитного излучения (ЕИЭМИ) в широком частотном диапазоне (рис.1.5). На электрифицированных территориях зоны ГДАР превращаются в естественные волноводы для блуждающих токов техногенного происхождения. На участках поступления по разломам агрессивных вод и эманаций естественные и блуждающие токи создают электрохимические аномалии, способствующие развитию в металлоконструкциях коррозионных процессов. Ширина связанных с ГДАР геофизических и геохимических аномалий измеряется десятками – первыми сотнями метров, что позволяет успешно использовать для их выявления и картирования различные геофизические и геохимические методы (рис.1.5).

По глубине и времени заложения зоны разломов ранжируются на структуры различного иерархического уровня, при этом каждый из разломов находится в иерархической подчиненности от разломов более крупного ранга. Наиболее активными движениями обычно отличаются разломы самых крупных масштабных рангов, однако максимальная концентрация напряжений чаще приурочена к разломам среднего или самого мелкого масштабного ранга (более «молодым» в ряду иерархической подчиненности).

Межразломные структурные блоки представляют собой часть геологической среды, расположенной между тектоническими нарушениями.

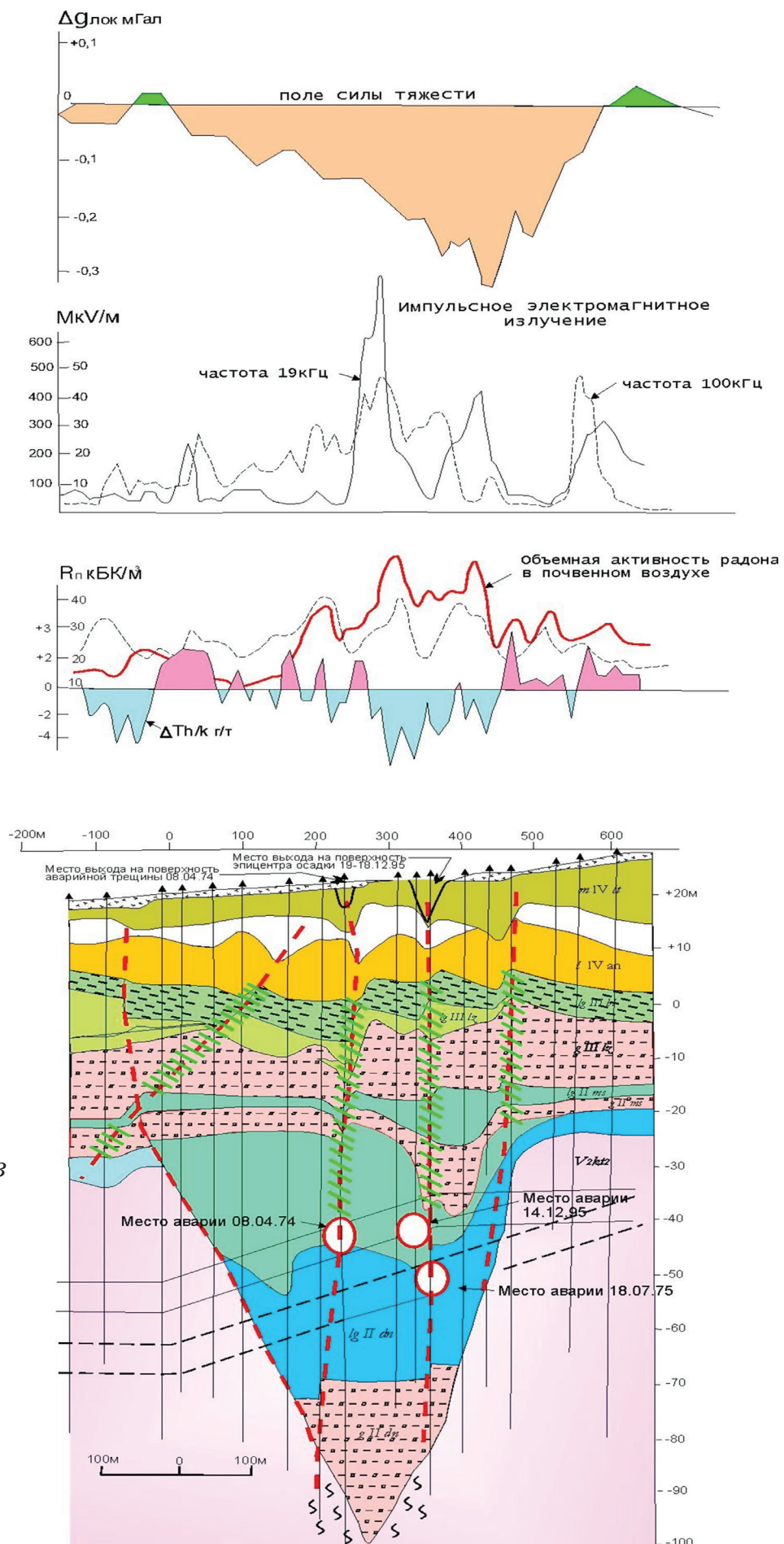


Рис. 1.5 –  
Геологический разрез  
через зону разломов  
на перегоне линии  
метрополитена  
между станциями  
“Лесная” и  
“Площадь”  
вдоль улицы  
Политехнической  
и графики  
результатов  
геофизических и  
атмогеохимических  
исследований

Они отличаются относительной консервативностью геодинамического поведения, более стабильными и выдержанными геодинамическими характеристиками. Ведение горных работ во внутренних частях структурных блоков наиболее безопасно, развитие непредсказуемых геодинамических процессов в этих местах маловероятно.

Зоны сопряжения (пересечения) разнонаправленных геодинамически активных разломов представляют собой наиболее опасные участки недр, характеризующиеся самыми высокими рисками развития опасных геодинамических процессов и явлений, проявления горных и горно-тектонических ударов на подземных горных работах, развития крупных оползней и обрушений в бортах карьеров и угольных разрезов [19].

Развитие крупных разломов в земной коре находит отражение в высотном положении прилегающих участков земной поверхности, структуре вмещающего массива, проявлении аномалий физических и гидрохимических свойств пород. Интенсивность выраженности этих факторов тесно связана с активностью разломов. При анализе активности разломов изучаются три группы признаков (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Признаки оценки активности разломов [18]

Группа признаков	Характеристика признаков
Морфометрические	1. Выраженность в рельефе 2. Ширина нарушенной зоны
Геолого-геофизические	1. Глубина распространения (осадочные породы, фундамент, верхняя мантия) 2. Амплитуда разлома 3. Тип разлома (сбросы, взбросы, сдвиги) 4. Геофизические аномалии 5. Геохимические аномалии
Тектонофизические, геодинамические	1. Параметры поля напряжений (нормальные, касательные напряжения) 2. Сейсмоактивность (частота сейсмических событий) 3. Движения земной поверхности, мм/год

При этом градация и ранжирование зон ГДАР с учетом их параметров (ширины, протяженности, отражения на картах различного масштаба) представлена в таблице 1.2 [19].

Таблица 1.2

## Ранг разломов и масштаб карт

Территория	Ранг разломов	Длина, км	Масштаб карты (плана)
Группа регионов	Генеральные разломные зоны	Более 80	1:2500000 или мельче
Регион	I и II	35-80	1:1000000 или 1:500000
Район	III IV	10-35 5-10	1:200000 или 1:100000
Территория в пределах района	IV V	5-10 1-5	1:50000 1:25000
Участок размещения объекта	VI-VII	Менее 1	1:10000; 1:5000; 1:2000

Актуальность выделения и картирования ГДАР определяется тем, что помимо землетрясений, имеющих катастрофические последствия в сеймоопасных регионах Земли, современные, даже малоамплитудные перемещения по разломам в сочетании с агрессивным воздействием на металлоконструкции электрохимических аномалий могут привести к авариям и сопровождающим их экологическим бедствиям на расположенных над ними инженерных объектах.

Следует отметить, что в структуре земной коры именно глубинные разломы, ограничивающие крупные блоки, являются как генераторами, так и проводниками интенсивного энергомассопереноса. Эволюция свойств и состояния в энергоактивных областях земной коры происходит под действием сил гравитационного и электромагнитного взаимодействий, которые проявляются в полях напряжений, силе тяжести, фильтрации, тепловом, электрическом и магнитном полях. Эти поля, по сути, и являются системообразующими связями [19].

## 1.2. Характеристика приуроченных к зонам ГДАР геоморфологических, геофизических и геохимических аномалий

Под разломом понимают трехмерное геологическое тело (образование) – разрывную зону, различную по строению в разных своих частях [9].

Различают простые и сложные разрывные зоны. В простую разрывную зону входит подзона сместителя и краевая подзона аномальной трещиноватости. В сложных разрывных зонах один из сместителей (подзона сместителя) считается главным (определяющим первичным), а остальные – опережающими (вторичными, возникшими позднее при дальнейшем развитии

разрыва), также присутствуют подзоны тектонических клиньев и краевые зоны аномальной трещиноватости.

К глубинным разломам относят наиболее протяженные и сложно построенные разрывные структуры, важнейшими особенностями которых являются значительная глубина, а также длительное и многофазное развитие [8].

Крупные региональные разрывные системы шириной от нескольких до первых десятков километров имеют сложное строение и оперяются многочисленными локальными нарушениями. Их современное обновление может проявляться по отдельным фрагментам, а активные участки могут различаться по типу смещений [10].

С.А. Несмеянов отмечает, что при выявлении активных и активизированных структур практическим аспектом является классификация разрывов не только по типам, но и по относительной амплитуде наиболее молодых разрывных смещений [19].

На основании анализа особенностей строения среды очаговых зон крупных землетрясений давно установлено, что такие очаги тяготеют к зонам «активных глубинных разломов».

Различен подход к выбору интервала возраста для определения разломов как активных – от 2 млн. лет (Япония) до десятков лет для современных активных разломов.

Принятые в ряде стран нормы и правила (Инструкция МАГАТЭ, Федеральный закон США и т. д.) трактуют активный разлом как «...такой разлом, в котором перемещения на поверхности или вблизи нее происходят не менее одного раза за последние 35000 лет или повторные движения в течение последних 500 000 лет».

В нормативно-правовой документации, регламентирующей правила выбора площадок под АЭС, под активностью понимается сейсмическая и/или деформационная активность участка земной поверхности, включающего в себя разломную зону.

Согласно положению, существующему в Минатоме РФ, при выборе площадок под строительство АЭС следует избегать таких участков на земной поверхности, для которых среднегодовая скорость современных деформаций превышает величину  $3 \times 10^{-6}$  в год [19].

У исследователей нет единого мнения о том, какой разлом следует считать активным вообще и в прикладном значении для целей проектирования и строительства различных объектов, в частности. Между тем, этот вопрос имеет не только и не столько научно-теоретическое, сколько большое прикладное значение. Очевидно, что разломы, активные в голоцене (10-15 тыс. лет назад) и в конце плейстоцена и неактивные в более поздние периоды, могут представлять интерес только с научно-теоретической точки зрения. И наоборот, по мнению авторов, такие признаки, как газовые эманации, линейная трещиноватость пород, повышенная проницаемость зоны известно-



го или предполагаемого разлома, современные смещения, зафиксированные инструментальными измерениями в настоящее время, позволяют считать эти разломы активными, представляющими собой тектонически напряженные и склонные к динамике участки недр и земной поверхности, в пределах которых повышается вероятность возникновения природно-техногенных, транспортных и экологических рисков [19].

Традиционно равнинные (платформенные) области, такие как Ленинградская считались стабильными, в отличие от горных, и определялись как территории с малой активностью современных деформаций земной поверхности в пределах 1–5 мм в год.

Однако в последние годы получены принципиально новые данные. Оказалось, что и в таких регионах имеют место современные суперинтенсивные деформации (СД) земной поверхности со скоростями до 50–70 мм в год, которые приурочены к зонам тектонических нарушений (разломам различного типа и порядка) При этом наиболее неожиданный вывод заключается в том, что наибольшая интенсивность геодинамических аномалий наблюдается именно в зонах платформенных асейсмичных разломов [4].

Основные параметры измерительных сетей (густота, частота опроса и точность наблюдений) на геодинамических полигонах, расположенных в платформенных асейсмичных районах, оказались идентичными полигонным системам, расположенным в орогенных сейсмоактивных областях. Это позволило провести последовательное сопоставление характеристик современных движений и деформаций земной поверхности, полученных идентичными системами наблюдений, находящимися в наиболее контрастных в геодинамическом отношении областях – сейсмоактивных и асейсмичных регионах [4]. В результате комплексного сопоставительного анализа большого числа данных были сформулированы следующие эмпирические обобщения [19]:

1. выявлены интенсивные локальные аномалии вертикальных и горизонтальных движений земной поверхности, приуроченные к зонам тектонических нарушений различного типа и порядка. Эти аномальные движения высокоградиентны (свыше 50 мм/год), короткопериодичны (от 0,1 года до первых лет), пространственно локализованы (от 0,1 км до первых десятков км) и обладают пульсационной и знакопеременной направленностью;
2. имеют место устойчивые типы локальных аномалий вертикальных движений земной поверхности в зонах разломов;
3. основные пространственно-временные характеристики аномальных движений идентичны как для сейсмоактивных, так и для асейсмичных разломных зон, при этом интенсивность деформационного процесса в разломах асейсмичных регионов выше, чем в сейсмоактивных.

Полученный экспериментальный материал показывает, что зоны разломов нельзя рассматривать только как ослабленные участки геологической

среды, по которым происходят взаимные перемещения блоков под воздействием меняющегося во времени регионального поля напряжений.

Современные смещения по разломам могут быть двух видов: медленные (собственно тектонические) и быстрые, мгновенные. Для первых используется термин «крип» или «тектоническая ползучесть». Вторые являются сейсмогенными движениями, т. е. как правило, связаны с землетрясениями.

Эндогенные процессы, протекающие в зонах активных глубинных разломов, определяют динамику вышележащих слоев земной коры и активность экзогенных процессов (радиоактивные эманации, интенсивная циркуляция глубинных вод и др.) [16].

Отмечается прямая связь между обвальнo-оползневой пораженностью, объемами смещений, с одной стороны, и сейсмоактивностью разломных зон, более интенсивными тектоническими полями напряжений, с другой.

К геологически потенциально опасным относятся активные разломы, в которых в настоящее время протекают обусловленные аномальным, напряженно-деформированным состоянием недр процессы, интенсивность которых может быть измерена инструментальными методами геодезии, геофизики, геохимии.

Зоны риска – геодинамически опасные зоны, в пределах которых повышается вероятность возникновения природно-техногенных и экологических рисков из-за сочетания неблагоприятных природных факторов и техногенных воздействий в результате освоения недр и земной поверхности.

Потенциальную геодинамическую опасность участка земной поверхности можно предварительно определить в результате анализа всех картографических материалов и иных данных, имеющихся по рассматриваемой территории, в том числе результатов стандартных инженерно геологических изысканий.

Критерии выделения потенциально опасных зон, учитывающие все виды геодинамических опасностей, разработаны с учетом категорий сложности условий строительства и представлены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Критерии выделения геодинамически потенциально опасных зон [10]

Факторы, влияющие на потенциальную опасность зоны	Потенциальная опасность участка (категории сложности условий и их характеристики)		
	Не опасный (простые I)	Средней опасности (средней сложности II)	Опасный (сложные III)
динамические разломы	Отсутствуют или неактивные	Слабоактивные, имеют ограниченное распространение	Активные, широко распространенные
днища оврагов и логов	Расположены выше водоносных горизонтов	Могут дренировать один водоносный горизонт	Дренируют два и более водоносных горизонтов



рельеф склонов		Может способствовать скоплению осадков в разрывной зоне	Способствует скоплению осадков в активной разрывной зоне; благоприятен для образования оползней
В зоне разлома: степень коррозионной активности грунтов	Низкая	Низкая; редко средняя	Средняя и высокая
Агрессивность вод	Неагрессивные	Неагрессивные, редко агрессивные	Агрессивные; возможны резкие колебания гидродинамического и гидростатического давления
Газопроявления	Нет	Возможны слабые	Средние и сильные
Геоморфологические	Участок в пределах геоморфологического элемента одного генезиса	Участок в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса	Участок в пределах нескольких геоморфологических элементов разного генезиса
	Поверхность горизонтальная или слабонаклонная (0–5°), не расчлененная	Сочетание горизонтальной и наклонной (5–35°) слаборасчлененной поверхности	Крутизна склонов более 35°. Поверхность сильно расчлененная. Сильная асимметрия склонов
Инженерно-геологические	Пласты грунтов залегают горизонтально или слабонаклонно, выдержаны по простиранию и мощности, слабо трещиноваты. Слабые прослои отсутствуют. Несущие свойства грунтов хорошие	Пласты грунтов залегают горизонтально, наклонно или образуют складки, не выдержаны по простиранию и мощности. Трещиноватость средняя. Несущая способность фунтов средняя. Встречаются слабые прослои	Грунты различного литологического состава, не выдержанные по простиранию и мощности. Скальные грунты повышенной трещиноватости и сильно трещиноватые. Присутствуют слабые прослои. Грунты с низкой несущей способностью. Смещение опорных горизонтов
Гидрогеологические	Подземные воды отсутствуют или имеются пластовые, пластово-трещинные водоносные горизонты, выдержанные по простиранию и мощности. Безнапорные водоносные горизонты обладают небольшой водообильностью и хорошей водоотдачей, напорные защищены надежным водоупором	Пластовые и пластово-трещинные водоносные горизонты не выдержаны по простиранию и мощности. Обладают средней водообильностью и водоотдачей. Напорные воды имеют надежный водоупор	Водоносные горизонты пластово-трещинные, не выдержанные по простиранию и мощности. Часто сложное чередование водоносных и водоупорных слоев. Напоры изменяются по простиранию. Водоотдача фунтов слабая, водообильность высокая
Сейсмические	Участок не активен	Участок слабоактивен	Участок активен

### 1.3. Зоны ГДАР и природные явления [11]

Система ГДАР определяет положение береговых линий морей и озер, русла современных и древних рек и палеодолин, зон карстования и различных изменений горных пород, определяя сейсмогеодинамическую, энергетическую, сдвигово-деформационную, электромагнитную и геохимическую опасность для объектов биосферы, и техносферы, в том числе и для заложенных в их пределах зданий, сооружений, путе- и продуктопроводов, в особенности, подземных и, в частности, метрополитена, тепло-, нефте- и газопроводов. Негативное влияние ГДАР на состояние промышленных и городских агломераций столь велико, что позволило В.И. Осипову [1964, 1966] по результатам исследований в Москве назвать их зонами геологического риска.

Наличие зон проницаемости и, в том числе, систем трещиноватости, обусловленной АР, резко усиливает деструктуризацию горных пород в результате глееобразования.

### 1.4. Сейсмическая опасность ГДАР [11]

Сейсмическая опасность ГДАР следует из приуроченности к ним очагов землетрясений, вызываемых даже незначительными перемещениями в зонах разломов за малый отрезок времени. Новейшие геологические данные указывают на то, что представления о безопасности таких «слабо сейсмичных областей», к которым продолжают традиционно относить, например, Санкт-Петербургский регион, не более чем заблуждение, ибо он находится в зоне пересечения глубинных активных разломов. В пределах северо-запада России зарегистрировано несколько тысяч землетрясений магнитудой<sup>1</sup> (М) в 1–4 и в ряде случаев до 6 баллов, а в пределах соседней Фенноскандии<sup>2</sup> – до 5 тысяч землетрясений (М достигало значения 6). В 1977 г. при румынском землетрясении в Ленинграде наблюдалась 3–4-балльная сотрясаемость, когда качались люстры на верхних этажах домов. В Москве в пределах ГДАР, выделяемых в виде зон геологического риска, ежегодно отмечается 10–15 локальных сотрясений.

На «Общей карте сейсмического районирования», составляемой в Объединенном институте физики Земли РАН на включающей Санкт-Петербург территории, выделяются участки с 5–7-бальным уровнем

---

1        Магнитуда землетрясения (лат. *magnitudo* — величина, от *magnus* — большой), условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызываемых землетрясениями или взрывами; пропорциональна логарифму энергии колебаний. Обычно определяется максимумом отношения амплитуды к периоду колебаний, регистрируемых сейсмографами.

2        Фенноскандия — физико-географическая страна на северо-западе Европы (общей площадью около 1,88 млн кв. км, включая площадь моря, площадь суши свыше 1,5 млн кв. км). Выделена финским геологом Вильгельмом Рамзаем в 1898 году в составе Норвегии, Швеции, Финляндии и западной части бывших Олонецкой и Архангельской губерний России. Названа по преобладающему на территории историческому расселению скандинавов и финно-угорских народов.

зонами потенциальной сейсмической активности (по шкале Рихтера), что требует проведения комплекса действенных мер в области сейсмобезопасности региона, учитывающих: 1) расположение высоко урбанизированной территории в пределах системы ГДАР; 2) нахождение над системой активных разломов типа битой тарелки крупнейшего мегаполиса с его: а) многомиллионным населением; б) интенсивным техногенным воздействием на геологическую среду, повышающим сейсмоопасность на 2–3 балла; в) большим количеством особо опасных объектов; г) несейсмоустойчивостью зданий и сооружений; д) неподготовленностью в области сейсмической опасности хозяйства и населения; е) возможностью катастрофических наводнений, связанных с землетрясениями в Финском заливе и в Балтийском море или усиленных ими.

Из факта приуроченности большинства очагов землетрясений к ГДАР следует вывод о потенциальной их сейсмической опасности, обусловленной кратковременными и не обязательно значительными по амплитуде перемещениями вдоль ГДАР. Нахождение Санкт-Петербурга на «подушке» осадочных пород с их интенсивной обводненностью и техногенным вкладом в усиление сейсмической активности повышает опасность последствий толчков в пределах зон ГДАР даже при магнитуде меньшей, чем  $M = 2-3$ . Тем более, что геологические данные указывают на ошибочность «традиционных» представлений о безопасности «слабо сейсмичных областей», к каковым продолжают относить и территорию Санкт-Петербурга. Такому «традиционному» представлению противоречит положение Санкт-Петербурга в узле пересечения региональных зон развития субширотного, северо-западного, северо-восточного и близмеридионального направлений. Зарубежными сейсмостанциями в пределах северо-запада России зарегистрировано несколько тысяч землетрясений с  $M=1-4$ , а записи монахов Валаамского монастыря свидетельствуют о 3–4-летней ритмичности в проявлении землетрясений силой, как правило, не более 2–3 балла, хотя в недавнем геологическом прошлом не были редкостью и 6-бальные, а в исторически устанавливаемый период в Карелии имели место 8-9-бальные землетрясения (по шкале МСК<sup>3</sup>).

3 по шкале МСК:

VIII Разрушительное. Деревья сильно раскачиваются, часть их ломается. Разваливаются прочные каменные ограды, падают фабричные трубы. Разрушаются многие крепкие здания. В почве появляются трещины.

IX Опустошительные. Дома разрушаются. Появляются значительные трещины в почве.

X Уничтожающее. Разрушаются хорошо построенные деревянные дома и мосты, крепкие здания и даже фундаменты. Разрываются водопроводные и канализационные трубы. Повреждаются насыпи, плотины, дамбы. Возникают оползни и обвалы, трещины и изгибы в почве. Из рек и озер выплескивается воды.

XI Катастрофа. Почти все каменные постройки разваливаются. Разрушаются дороги, плотины, насыпи, мосты. Образуются широкие трещины со сдвигами.

Помимо указанных 3–4-годовых ритмов слабой сейсмической активности специалисты Геологического института Кольского филиала РАН по результатам исследований озерных отложений устанавливают проявление в пределах северо-запада России и 2000-летних ритмов повышения сейсмической активности. В пользу наличия такого ритма свидетельствует и выявление в районе Ладожского озера геологических следов землетрясения интенсивностью в 10–11 баллов (шкала МСК), в результате которого возник сброс амплитудой в 50 м со складками в его крыльях. Сейчас, естественно, с точностью геологического времени, мы вошли в максимум такого 2000-летнего ритма. Тем не менее, Санкт-Петербургский регион был отнесен к областям с сейсмичностью меньше 4 баллов (шкала Рихтера), следствием чего явилось наличие в его пределах лишь 2 сейсмостанций, в то время как на территории скандинавских стран их более 20, а в Финляндии, сейсмическая опасность для которой сопоставима с Карелией и оценивается в 5 и более баллов, имеется 6 сейсмостанций. И лишь в настоящее время наш регион отнесен на «Общей карте сейсмического районирования» к 5–7-балльным зонам, сейсмоопасность которых усиливается такими сейсмогенерирующими факторами, как откачка в пределах СПб больших объемов подземных вод и закачка в Ленобласти в соответствующие структуры природного газа, не говоря уже о практически неисследованных малоглубинных и малообъемных месторождениях природного газа, над которыми в пределах СПб находится разветвленная сеть различных «воспламенителей», а в Ленобласти - хранилище природного газа, через которое в ближайшие годы должна пройти трасса высокоскоростной железнодорожной магистрали (ВСМ).

### **1.5. Энергетическая опасность зон ГДАР**

Энергетическая опасность ГДАР выражена в виде локальных сотрясений нетектонической природы, которые согласно А.А. Никонову [11], обусловлены гидравлическими ударами интенсивностью до 6 баллов по шкале Рихтера в пределах районов аномального пластового давления и морозобойными ударами интенсивностью до 5 баллов, происходящими во время сильных морозов, как правило, ночью, а также взрывами, связанными с возгораниями подземных и подпочвенных газов силой до 6 баллов.

### **1.6. Сдвигово-деформационная опасность ГДАР**

Сдвигово-деформационная опасность ГДАР, в том числе для объектов техносферы, определяется скоростью перемещения по ГДАР и величиной поперечного сечения последних. Весьма показательным примером такой опас-

ности является Санкт-Петербург, в котором величины подобных перемещений (до 4 мм в год) обусловлены расположением в пределах мобильной зоны сочленения Балтийского щита с Русской плитой и, к тому же, в тектонически напряженном узле пересечения 4-х трансконтинентальных систем разломов. Характерной чертой этих разломов является многостадийность формирования и активизации. Подобные особенности земной коры региона определяют, по сравнению с иными городами, находящимися в платформенных областях с низким сейсмо-геодинамическим уровнем, повышенную сдвигово-деформационную и сейсмическую опасность. Наличие в АР даже незначительных, но постоянно действующих напряжений приводят к кластерным нарушениям структуры металла и, как следствие, к разрушению металлических сооружений, например, путе- и продуктопроводов [11].

Геодезические наблюдения указывают на подъем северного берега Финского залива в 1,5 мм и опускании южного в 0,9 мм в год, при разнице в подъеме западного и опускании восточного берегов Ладожского озера на 3,7 мм/год. Подобные амплитуды перемещений, особенно по маломощным АР, – серьезная опасность для заложенных в их пределах сооружений и подземных путе- и продуктопроводов. Такая опасность резко возрастает при нахождении ГДАР в пределах обводненных песчано-галечниковых отложений палеодолин и палеорусел.

### **1.7. Коррозийно-электромагнитная опасность ГДАР [11]**

Электромагнитная опасность ГДАР вызвана таким распространенным, но до сих пор слабо учитываемым явлением, связанным с разломами, как коррозионные процессы, вызванные наличием в их пределах электромагнитных аномалий. Последние обуславливают возникновение теллурических токов, которые, как показал И.И. Осипов, усиливаясь блуждающими токами техногенной природы (на долю последних в Москве приходится порядка 30% повреждений трубопроводов), в пределах ГДАР вызывают образование теллурических токов, которые приводят к усилению интенсивности коррозионных процессов и к перманентному «прорыву» теплотрасс. Возможно, часть таких аварий может происходить из-за возрастания электролитической активности грунтово-поровых вод.

Зоны ГДАР могут генерировать и другие, во многом еще загадочные феномены, в системе «почва-растение-атмосфера». Допускается выход из АР в атмосферу природного электрического тока с образованием сгустков плазмы – плазмоидов различной формы, выходящих на поверхность с огромными зарядами-температурами, природа которых подобна шаровым молниям, например «огненные шары, выплывавшие из земли» при землетрясении в Сочи 4.12.1970 г. Электрические токи, формируемые пьезоэлектриками, к приме-



ру, кварцем, находящемся в значительных количествах в большинстве горных пород, проходя по активным разломам в виде линейных токов, могут «замыкаться» в стоячие волны шарообразной формы. Вероятно, что воздействию подобных или генетически близких природных электромагнитных излучений, генерируемых в ГДАР, обязаны ионосферные и линейные облачные аномалии. Источником подобных природных электромагнитных излучений может являться пьезоэлектричество, возникающее при динамических напряжениях в АР и проходящее вдоль них в виде линейных токов.

### **1.8. Геохимическая (атмохимическая) опасность ГДАР**

Выделение по АР газов эндогенного генезиса приводит к локальному изменению состава почвенной и приземной атмосферы с образованием атмогеохимических ореолов, представленных, помимо радона, аргона и гелия, многокомпонентной смесью из углекислого газа, водорода и метана, а также алканов и алкенов, ртути, летучих соединений тяжелых металлов, сернистых и различных углеводородных соединений, как и предельно-ароматических углеводородов, бензапиренов и цианидов, подчас, в весьма значительных содержаниях. Опасность подобных атмо- и геохимических ореолов заключается в проникновении таких газов и металлсодержащих газообразных флюидов, металлоорганических соединений и элементов в неясной форме в подземные воды, растительный покров, в микробиологическую составляющую почв и почвообразующих пород. В приземном слое атмосферы Карелии, СПб и Праги в результате исследований Э.Л. Альтмана, И.В. Виноградовой и др., как и в почвах СЗ региона по данным Э.В. Табунса установлено резкое повышение над ГДАР содержаний различных химических элементов, что служит и хорошим критерием выявления последних. Проникновение водорода, как и протонного газа в структуру металла разнообразных сооружений, приводит к нарушениям его структурной однородности и, как следствие, к разрушению подобных объектов.

## **2. ВЛИЯНИЕ ЗОН ГДАР НА АВАРИЙНОСТЬ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Выполненный лабораторией геодинамики Научного центра геомеханики и проблем горного производства Горного университета анализ большого объема данных (около 2000 аварий на магистральных газо- и нефтепроводах) показывает, что места наибольшей концентрации аварий (около 90% случаев) расположены в зонах влияния ГДАР земной коры различного ранга. Отмечено, что в Европейской части России показатели аварийности на магистральных трубопроводах в зонах ГДАР возрастают по сравнению с межразломными интервалами в 30 раз (в узлах пересечения разломов – в 60 раз).

Отмечается четкий рост аварийности на магистральных трубопроводах по мере увеличения уровня сейсмичности и тектонической напряженности (количества разломов на единицу площади) территории, а также по мере приближения к оси разлома [8].

Систематический анализ причин аварийности на магистральных нефте- и газопроводах позволяет сделать вывод о том, что основными причинами аварий на трубопроводах над зонами разломов являются не столько разрывы сплошности труб в результате значительных по амплитуде подвижек по разломам (регламентируемых соответствующими СНиПами как  $>3 \cdot 10^3$  в год), а малоамплитудные короткопериодические знако-переменные колебания, приводящие к накоплению усталости металла, его «изжевыванию», а также приуроченные к разломам электрические аномалии, обусловленные сочетанием связанных с разломами аномалий естественного электромагнитного излучения и блуждающих токов, наряду с поступлением по разломам с глубины агрессивных газовых эманаций и минерализованных вод. Все это в сумме приводит к водородному расслаиванию металла, росту коррозионных процессов в теле трубы и является предпосылкой последующих нарушений их сплошности, приводящих к утечкам нефти и газа.

Авторы многочисленных исследований, проведенных на нефте-, газо- и конденсатопроводах, подчеркивают, что диагностируемая коррозия имеет сложное механо-газохимическое происхождение, из-за чего зачастую оказываются неэффективными установленные вдоль трубопровода станции катодной защиты [8].

Отмечено, что в Европейской части России, в том числе и в Ленинградской обл., показатели аварийности на магистральных трубопроводах в зонах ГДАР возрастают по сравнению с межразломными интервалами в десятки раз (в узлах пересечения разломов почти в 200 раз). Над зонами разломов во много раз увеличивается количество инженерных осложнений и аварий в тоннелях метрополитена, в 15–20 раз возрастает количество дорожно-транспортных происшествий на автострадах [10].

Актуальность выделения и картирования ГДАР определяется тем, что помимо землетрясений, имеющих катастрофические последствия в сейсмо-опасных



регионах Земли, современные, даже малоамплитудные перемещения по разломам в сочетании с агрессивным воздействием на металлоконструкции электрохимических аномалий могут привести к авариям и сопровождающим их экологическим бедствиям на расположенных над ними инженерных объектах.

В результате комплексных исследований, выполненных в 2009-2013 г. Научным центром университета «Горный», установлено, что определяющим в распределении очагов высокой аварийности на подземных коммуникациях Санкт-Петербурга (водоснабжение, канализация, теплоснабжение, газораспределение) является геодинамический фактор. По сравнению с тектонически стабильными межразломными блоками в полосе влияния разломов ( $\pm 100$  м от их оси) площадная плотность очагов высокой аварийности увеличивается в 42 раза, а в узлах разнонаправленных разломов пересечения почти в 100 раз.

В узлах пересечения разломов (занимающих около 15% территории города) сосредоточено около 90% очагов высокой аварийности, в зонах разломов на удалении более 0,5 км от узлов их пересечения 7%, а в межразломных блоках, занимающих 70% территории города, составляет всего 4% от общего числа очагов. Изменение состава вмещающих трубы грунтов практически не влияет на распределение очагов высокой аварийности. Характеризующиеся увеличением плотности очагов аварий погребенные болота и участки развития биогаза в подавляющем своем большинстве пространственно также тяготеют к активным разломам и узлам их пересечения.

Это позволяет сделать вывод о том, что основной причиной часто повторяющихся аварий являются не изменения состава грунтов и не субъективные обстоятельства (нарушение технологии прокладки и эксплуатации коммуникаций, низкое качество используемых труб и пр.), а объективный, не зависящий от нас, природный геодинамический фактор, последствия проявления которого следует учитывать и преодолевать.

Имеются все основания считать, что зоны ГДАР оказывают большое влияние и на устойчивость наземных зданий и сооружений.

Результатом перемещений по разломам за несколько лет эксплуатации возведенных в их пределах наземных сооружений является разрушение последних. Так, в Ленинграде на пр. Металлистов в начале 60-х годов обрушилась «пятиэтажка». Трещины возникают в домах Красного Села, по Ленинскому пр. и ул. Кораблестроителей вблизи р. Смоленки, а по Двинской ул. в 2003 г. произошло полное разрушение жилого дома. В пределах зоны ГДАР произошли нарушения герметичности тоннелей метрополитена: «прорыв» в 1974 г. обводненных песков палеодолины, через которую проложены тоннели между станциями «Площадь Мужества» и «Лесная», с обрушением находившегося над ними здания, в 1995 г. – повторный прорыв воды и обводненных песков, обусловивший закрытие и превентивное затопление части тоннелей. По той же причине происходит деформирование и обрушение зданий в Москве и Норильске.

### **3. ВЛИЯНИЕ ЗОН ГДАР И СВЯЗАННЫХ С НИМИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА БИОТУ И НА ЧЕЛОВЕКА**

Зоны разломов, по-видимому, обладают как положительными, так и отрицательными для человека свойствами, баланс которых определяет меру благоприятностей, отвечающую комплексу экологических требований к месту обитания. То, что человека с древних времен всегда тянуло к зонам тектонических нарушений проще всего объяснить тем, что по образовавшимся вдоль разломов долинам протекают реки, часто на поверхность выходят источники минерализованных и термальных вод. В древности реки были чуть ли не единственным путем передвижения – летом на лодках, зимой на санях. На прилегающих к зонам разломов площадях существенно увеличивается видовой состав растений, включая и используемые человеком сельхозкультуры. К узлам пересечения разломов пространственно тяготеет подавляющее большинство крупных месторождений полезных ископаемых, к ним, как правило, приурочены и места слияния многочисленных рек, а на морском побережье – удобные бухты или дельты крупных рек. Относительно более расчлененный рельеф, разнообразие зачастую живописных ландшафтов способствовали выбору здесь мест для строительства городов и крепостей, контролирующих основные транспортные артерии. Наблюдаемая пространственная связь городов с тектоническими узлами объясняется, таким образом, их более высоким, по сравнению с прилегающими территориями природно-ресурсным потенциалом и, прежде всего, наличием биоресурсов с часто необычным для конкретного климатического пояса сочетанием биоценозов, что создавало благоприятную основу для охоты, рыболовства, сельского хозяйства и ремесел.

#### **3.1. Влияние зон ГДАР на растения и животных**

Установлено, что в зонах активных разломов резко возрастает как видовое, так и фенотипическое разнообразие представителей органического мира. Одновременно среди растений выделяются как индикаторы, так и антагонисты разломов. В зонах разломов отмечается падение всхожести семян, снижение роста, ускоренное старение многих овощных культур.

Наиболее наглядным индикатором избирательного патогенного влияния зон разломов и подземных водотоков на биологические объекты являются развивающиеся на одном и том же месте десятки лет деревья. О том, что деревья далеко не безразличны к разрывной тектонике свидетельствует уже тот факт, что в районах, имеющих мощный чехол рыхлых отложений, многие зоны разломов отчетливо выделяются на космических снимках, в основном,

в виде протяженных полос, отражающих смену состава и интенсивности растительного покрова. Давно замечено, что над различными палеопотоками и «подземными водными жилами», прямо или опосредованно связанными с разломами земной коры, особенно хорошо развиваются такие деревья, как ива, ольха, осина, а также дуб, ясень, вяз. В то же время береза, липа и большинство хвойных деревьев заболевают, на них появляются наросты, резко увеличивается количество уродливых форм (морфозы), и, прежде всего, деревьев с раздвоенными стволами – дихотомия деревьев. Исследования одиннадцати тысяч плодовых деревьев показало, в частности, что у растущих над «зонами раздражения» яблонь раньше всего начинают желтеть и опадать листья, на стволах появляются раковые наросты. Сливы и груши в таких зонах резко увядают и засыхают. Обращает на себя внимание также тот факт, что растущие в зонах разломов деревья чаще других, находящихся вне таких зон, поражаются ударами молний. Известны приуроченные к таким зонам целые «молнебойные долины».

Остро реагируют на наличие геологических неоднородностей земной коры ягодные кустарники. Так, кусты смородины в таких зонах выглядят слабыми и недоразвитыми по сравнению со своими ровесниками, растущими вне зон. Малина в пределах ГДАР сохнет и через несколько лет путем перемещения корневой системы «уходит» за пределы таких зон, где и начинает бурно разрастаться. Отрицательное влияние зон ГДАР на состояние многих видов растений, естественно, сказывается и на их урожайности. Урожайность картофеля в пределах зон разломов падает в 2-3 раза при практически одинаковом среднем количестве клубней в кустах сравнительно с таковыми вне таких зон.

Наблюдения, проведенные совместно с работниками агрономической службы акционерного хозяйства Санкт-Петербурга «Ручьи», показали, что в теплицах с насыпным грунтом в пределах зон ГДАР, маркирующих отдельные швы крупной зоны разломов, высота стеблей огурцов уменьшается в среднем на 10–20%, на эту же величину снижается и их урожайность. При этом количество уродливых – «нетоварных» форм огурцов (так называемых «крючков»), возрастает в 4 раза. Наблюдения за всхожестью семян трех сортов капусты в тех же теплицах показали, что в пределах этих зон всхожесть всех трех сортов капусты падает с 80–100% до 15–50%, в результате чего выход рассады с идентичной площади уменьшается в 2–4 раза [12].

Различные виды животных реагируют на наличие зон ГДАР также по-разному. По наблюдениям Д.Коопа [6], в зонах «земных лучей» усиливается деятельность микроорганизмов, приводящих к гниению картофеля и скисанию вина. В этой связи интересны сведения о том, что в Санкт-Петербурге при определении мест для строительства домов по просекам, маркировавшим будущие линии и проспекты на Васильевском острове, на одинаковом расстоянии от земли подвешивались куски сырого мяса. В тех местах, где мясо быстрее загнивало, дома не строились.

Прекрасно себя чувствуют в рассматриваемых зонах и многие виды насекомых. Именно в их пределах предпочитают сооружать свои муравейники красные муравьи. Эвелин Проуз из Англии и ряд исследователей из Латвии утверждают, что пчелы из ульев, расположенных над «водными жилами», производят в три раза больше меда, чем обычно. Преимущественно над подобными зонами зимуют и откладывают яйца пресмыкающиеся.

И в то же время, большинство домашних животных, за исключением кошек, стараются избегать зон разломов, что, по-видимому, и использовалось нашими предками при определении оптимальных мест для строительства жилья. Так, собаки никогда не ложатся над зонами ГДАР и даже в холодную погоду не лягут спать в будку, если она помещена над подобной зоной.

В Латвии Лигерсом и Вальдеманисом было обследовано 35 тыс. коров, находившихся на стойловом содержании: стоила 80% из 750 коров, больных лейкозом и маститом, оказались расположенными над пересекающими коровники разломами. В этих же зонах отмечалось снижение на 15% рождаемости телят. В.Е.Панда по результатам наблюдений, выполненных в Восточной Сибири, отмечает двух-трехкратное снижение удоев у коров, находящихся в коровниках, расположенных над разломами. У лошадей и овец, постоянно находящихся над зонами ГДАР, отмечалось развитие бесплодия. Куры, помещенные в сарай над разломами, предпочитают сидеть на земле, а не на насесте, плохо несутся и теряют перья, Д.Кооп утверждает, что мыши, помещенные в клетки над разломами, постоянно, находятся в возбужденном состоянии, грызут клетки, съедают свои хвосты и потомство. По-видимому, именно поэтому приметой хорошего места для строительства домов считалось обилие мышиных нор в земле.

### **3.2. Влияние зон ГДАР на состояние здоровья проживающего в их пределах населения**

Для статически достоверной оценки влияние природных геологических и техногенных факторов на здоровье населения на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской обл. в 1991–2003 гг. по заданиям Комитета по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга и Министерства природных ресурсов РФ проводились комплексные геолого-экологические и медико-биологические исследования.

Проведенный анализ показал, что на территории Ленинградской обл. величина показателя онкозаболеваемости (из расчёта числа заболевших на 1000 человек населения в год) в отдельных населенных пунктах колеблется в пределах от 0,3 до 6,5 и имеет общую тенденцию к увеличению с северо-запада на юг и восток, а также к пространственной приуроченности более высоких значений к зонам выделяемых на геологических картах тектонических нарушений.

При средней величине онкозаболеваемости для Ленинградской обл. 3,01 (1996 г.) в населенных пунктах с относительно чистым воздухом, расположенных на удалении от основных зон разломов, величина этого показателя снижается в среднем до 1,76. В пределах тектонически стабильных межразломных блоков наиболее низкие значения онкозаболеваемости (в среднем 1,4) характерны для площадей, сложенных карбонатными отложениями ордовика и девона, обогащенными магнием, а наиболее высокие (в среднем 2,6) для участков распространения дикинонемовых сланцев ордовика и красноцветных терригенных отложений девона содержащие многие из необходимых человеку металлов (Mg, Se и др.) в нерастворимой форме.

По мере приближения населенных пунктов к зонам региональных тектонических нарушений (рис.3.1 и табл.3.1) онкозаболеваемость в них отчетливо повышается и в поселках, территории которых пересекаются разломами, в среднем составляет уже 3,2–3,6 на 1000 человек в год, а в узлах пересечения разнонаправленных тектонических нарушений достигает 3,5–4,5.

Таблица 3.1

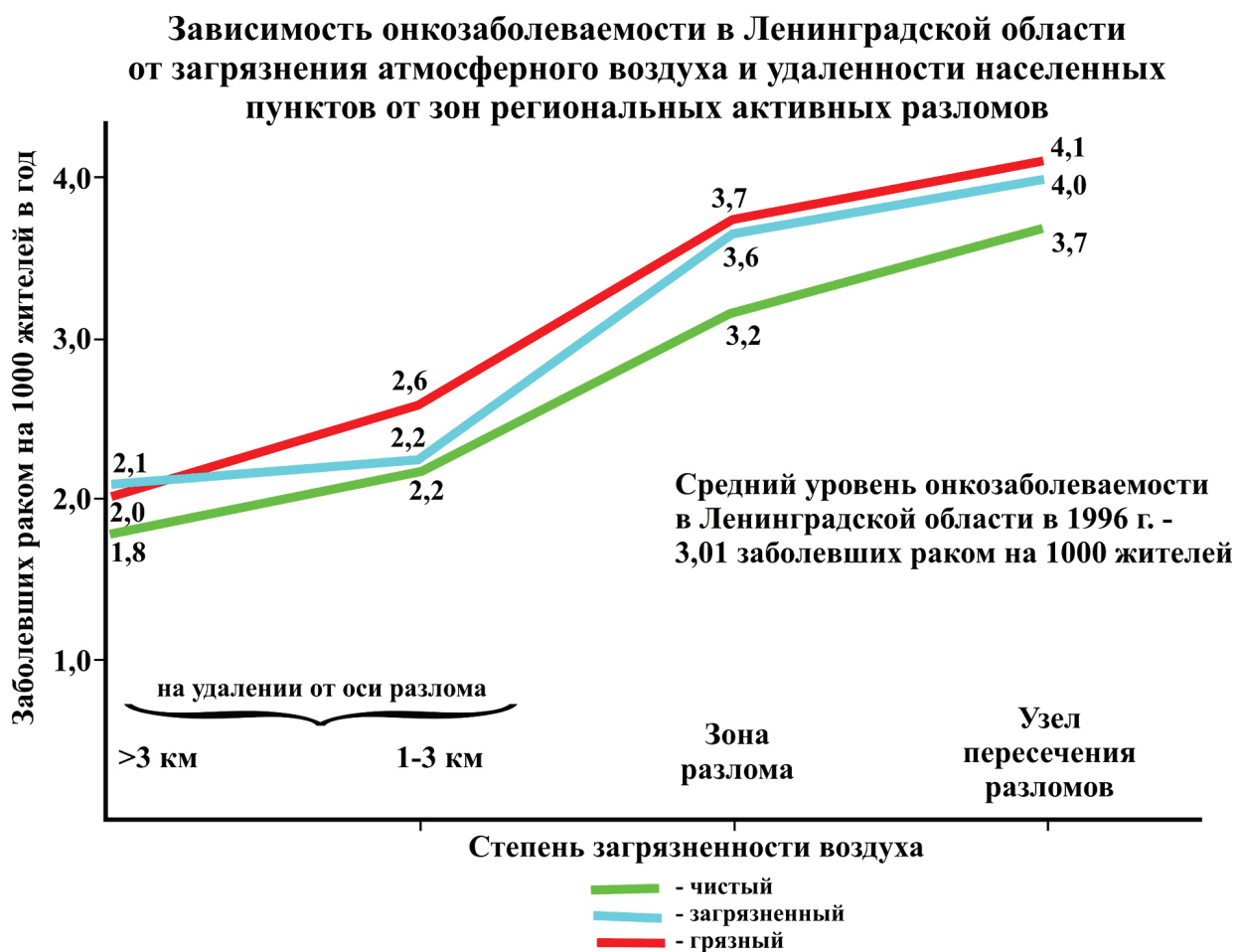
Зависимость онкозаболеваемости в Ленинградской обл. от загрязнения атмосферного воздуха и удаленности от активных региональных разломов

Степень загрязненности атмосферного воздуха	Расположение населенных пунктов относительно региональных разломов			
	удалены более чем на 3 км от оси разлома	на удалении 1-3 км от оси разлома	в зоне разлома	в узле пересечения двух и более разломов
Относительно чистый	1,77/201,60	2,25/60,40	3,17/93,30	3,68/43,40
Загрязненный	1,95/69,40	2,21/60,90	3,67/81,80	3,99/1,04,10
Грязный	2,11/48,70	2,59/33,00	3,73/155,70	4,10/219,00

\*В числителе – количество заболевших раком на 1000 жителей в год, в знаменателе – общее количество населения в тыс. человек в выборке

Из табл.3.1 и рис.3.1 видно, что проживание в поселках, расположенных над разломами, увеличивает прирост онкозаболеваемости в среднем на 1,5 заболевших на 1000 жителей, т. е. практически на 100%. Техногенное загрязнение среды приводит к росту онкозаболеваемости в поселках, удаленных от разломов, на 20%, а в расположенных вблизи них – всего на 10%. Таким образом, устанавливается, что в распределении онкозаболеваемости на территории Ленинградской области природный геологический фактор по сравнению с техногенным играет определяющую роль.





*Рис. 3.1. Зависимость онкозаболеваемости в Ленинградской области от загрязнения атмосферного воздуха и удаленности от зон региональных активных разломов*

В Санкт-Петербурге в 2000–2002 гг. самым низким уровнем онкозаболеваемости (2,75–3,07) характеризовался такой из наиболее техногенно загрязненных районов как Адмиралтейский ( $\Sigma_c = 64\text{--}128$ )<sup>3</sup>, а наиболее высоким (3,90–5,31) расположенные вдоль осевого разлома региональной Котлинско-Тихвинской зоны тектонических нарушений запад-северо-западного простирания Кронштадтский, Кировский, Московский и Фрунзенский – с показателями загрязненности почв  $\Sigma_c = 16\text{--}64$ . При этом самой высокой онкозаболеваемостью в городе (4,89–5,31) характеризуется Московский район, располагающийся в узле пересечения указанной выше зоны с крупными разломами северо-восточного и близмеридионального простирания.

<sup>3</sup>  $\Sigma_c = \Sigma(C_i/\text{ПДК}_i)$ , где  $C_i$  - экспериментально определённая концентрация техногенного загрязнителя,  $\text{ПДК}_i$  — предельно допустимая концентрация данного техногенного загрязнителя

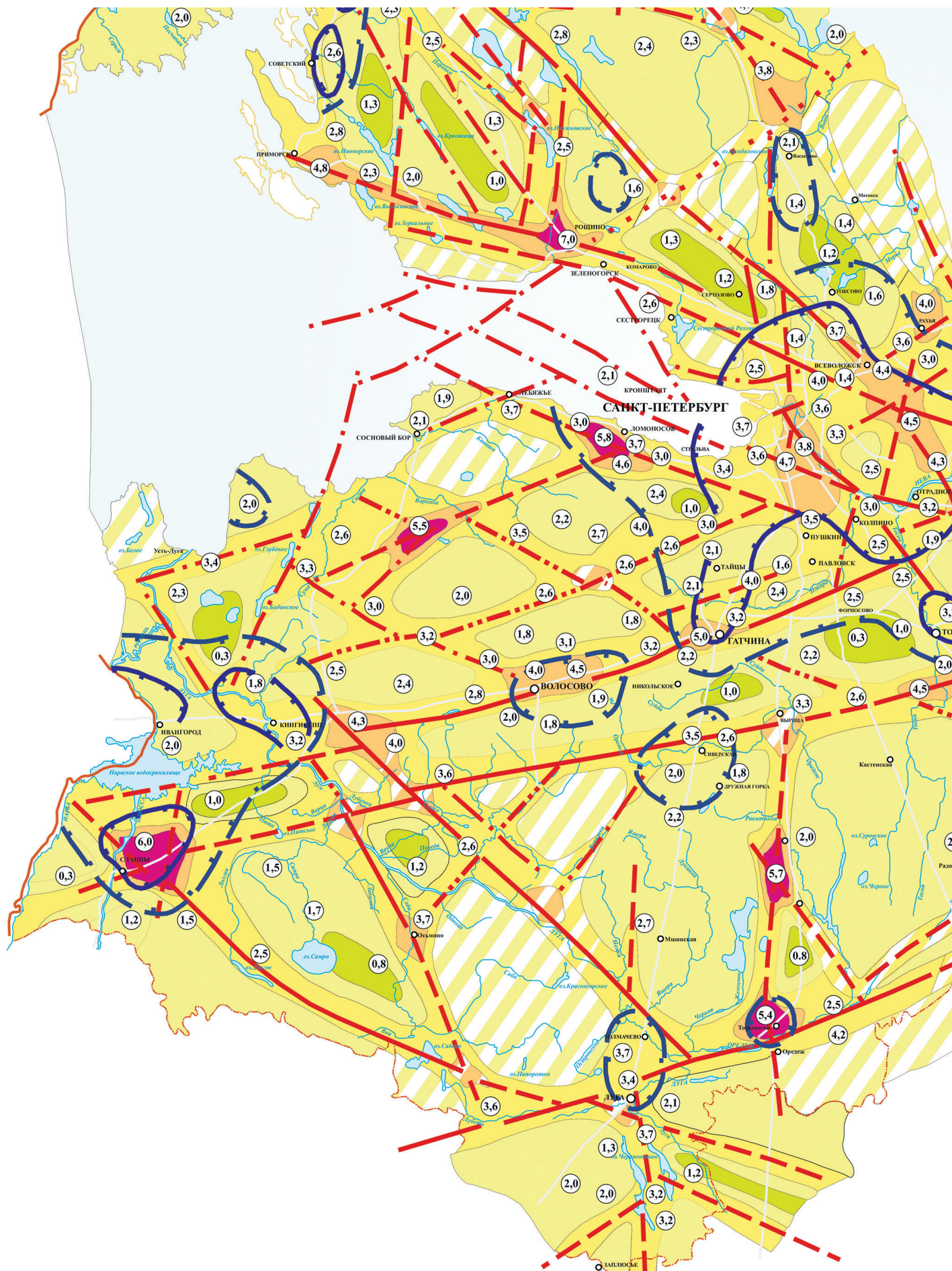
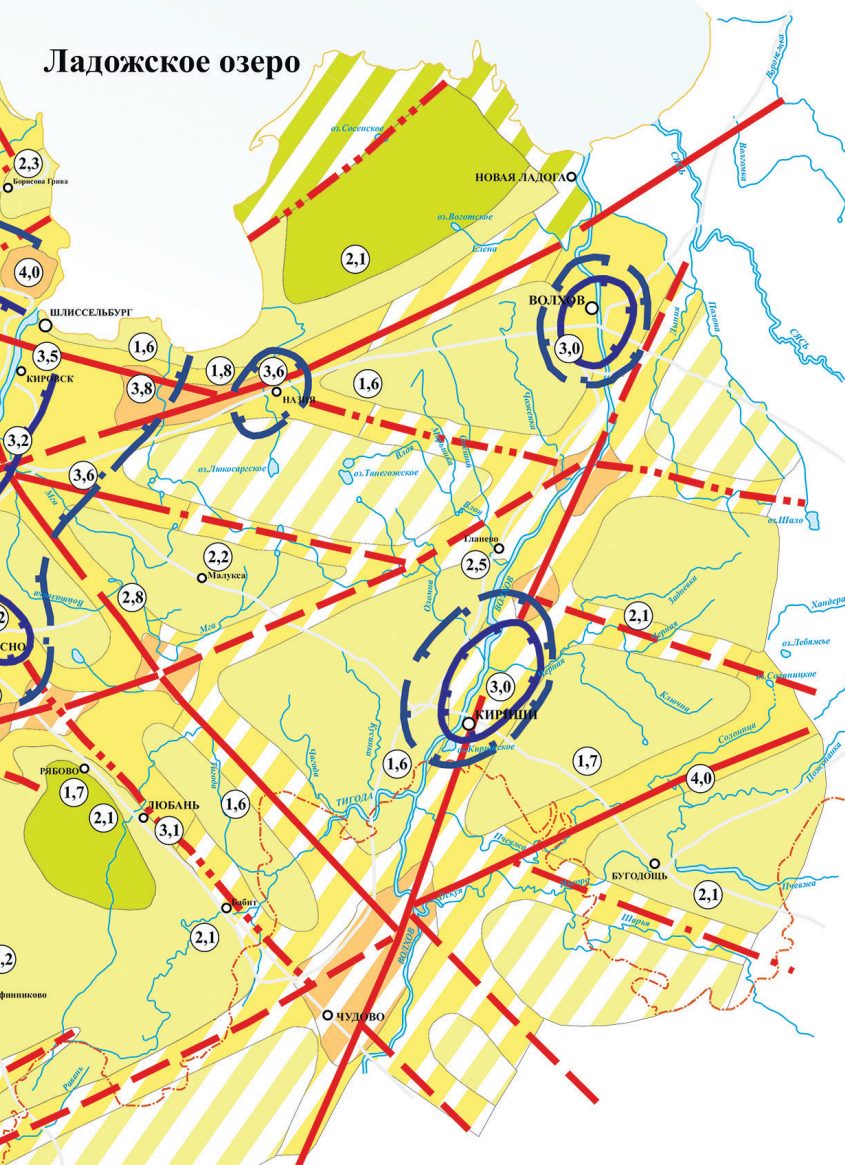




Рисунок 3.2. Карта соотношения зон геодинамически активных разломов и онкозаболеваемости населения в Ленинградской области (составлена Е.К.Мельниковым)



#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Зоны геодинамически активных разломов выделяемые:

- по геологическим данным
- - - по сумме геологических и геофизических данных
- . - по данным геофизики и дешифрирования космоснимков

Территории загрязнения почв (с карты состояния природной среды Ленинградской области 2009 г.)

- серой
- тяжелыми металлами

Онкозаболеваемость населения в 1997-98 гг. по данным Санкт-Петербургского городского и Ленинградского областного онкологических диспансеров

- 4,0 показатель онкозаболеваемости (количество заболевших раком в год на 1000 жителей)

Ранжирование территории Ленинградской области по уровню онкозаболеваемости

А	Б	
		высокий (>5,0)
		повышенный (3,5-5,0)
		средний (2,5-3,5)
		пониженный (2,0-2,5)
		низкий (<2,0)

А - установленный  
Б - предполагаемый

Таблица 3.2

Общие коэффициенты смертности городского и поселкового населения Ленинградской области в зависимости от расположения населенных пунктов относительно региональных разломов (в скобках пределы колебаний)

Год	Количество населенных пунктов	
	15	50
	на удалении от зон	над зонами разломов
1989	7,2 (5,2-13,3)	14,8 (8,2-29,0)
1995	12,9 (8,8-23,5)	25,0 (13,5-48,8)
1998	9,8 (6,1-12,0)	14,8 (13,3-16,8)

Из таблицы 3.2 видно, что смертность, так же как и онкозаболеваемость в населенных пунктах, расположенных над зонами региональных разломов, возрастает почти в 2 раза по сравнению с поселками, удаленными от такого рода геологических структур. Указанная закономерность прослеживается на протяжении всех 25 лет с 1987 по 2012 гг. Важно при этом отметить, что на графиках коэффициента смертности, построенных как для тех так и других городов, четко отмечается уменьшение числа умерших в годы, предшествующие проявлениям максимумов солнечной активности (1989, 1998, 2008 гг.) и увеличение этого показателя в годы максимальной сейсмической активности Земли (1994, 2003 гг.).

Изложенные выше данные о влиянии геодинамически активных зон на здоровье населения получены на основе сопоставления геолого-экологической и медико-статистической информации по участкам площадью от 10 до 100 км<sup>2</sup>, соответствующим отдельным городам и волостям Ленинградской обл. или районам Санкт-Петербурга, которые пересекаются или не пересекаются разломами.

Из таблицы 3.3, построенной с использованием данных, приведенных И.П. Малеванным, К.А. Каменковым, А.Ю. Ломтевым (1998) в «Естественном движении населения Ленинградской области в 1989-1995г.», видно, что смертность населения, так же как и его онкозаболеваемость, в целом возрастают с северо-запада области в направлении ее южных и восточных районов.

Не может не обращать на себя внимание и то, что каждая из выделенных в таблице 3.3 трех групп районов характеризуется своей определенной спецификой геологического строения: районы северо-запада на значительной площади сложены так называемыми «синими глинами» венда и кембрия, о целительных свойствах которых много написано в научно-популярной литературе, в промежуточной полосе преобладают отложения ордовика, в том числе и ураноносные дикинонемовые сланцы, а в южных и восточных районах под наносы выходят красноцветные отложения, в которых многие из не-

обходимых человеку полезных металлов находятся в нерастворимой форме, относимые С.Г. Фаттахутдиновым (1991) и В.К. Лукашовым (1995) соответственно в Башкирии и в Белоруссии к геологическим формациям «повышенного риска».

Таблица 3.3

Осредненные за 7-летний (1989–1995 гг.) период коэффициенты смертности и онкозаболеваемости среди населения Ленинградской области

Районы	Санкт-Петербург	Выборгский, Приозерский, Всеволожский, Ломоносовский	Кировский, Тосненский, Гатчинский, Кингисеппский, Сланцевский, Волосовский,	Подпорожский, Лодейнопольский, Бокситогорский, Тихвинский, Лужский, Киришский
Основные геологические комплексы, развитые вблизи поверхности	Докембрий – кембрий (граниты, гнейсы, синие глины, песчаники)		Ордовик, средний девон (углеродистые сланцы, известняки)	Верхний девон, карбон (преимущественно красные, разноцветные песчаники)
Общий коэффициент смертности (умерших на 1000 человек в год)	14,3 (11,6-17,4)	12,8 (12,3-13,5)	17,6 (15,2-19,7)	20,1 (18,7-21,8)
Коэффициент младенческой смертности (умерших детей в возрасте до года на 1000 родившихся в год)	15,1 (11,0-18,7)	12,0 (9,1-14,3)	17,8 (13,3-22,6)	20,4 (14,6-25,7)
Онкозаболеваемость (заболевших раком на 1000 жителей в год)	3,3	2,7 (2,3-2,8)	2,9 (2,6-3,0)	3,1 (2,8-3,6)

(в скобках предел колебаний)

Приведенные в таблицах 3.2 и 3.3 данные позволяют сделать вывод о том, что в населенных пунктах, расположенных над зонами разломов на востоке и юге Ленинградской области, умирают в 4 раза чаще, чем в поселках, удаленных от разломов на Карельском перешейке или в Ломоносовском районе. По-видимому, не случайно именно сюда тяготеют рекреационные комплексы и наиболее престижные дачные поселки. В подобного рода поселках величина коэффициента общей смертности за рассматриваемый семилетний период возросла с 5 до 10,7, т. е. практически не вышла за границы низкого уровня. В населенных же пунктах, расположенных над разломами в Лужском, Бокситогорском, Лодейнопольском или Подпорожском районах, смертность и в 1989 г. уже была высокой (19,0), а в 1995 г. достигла чрезвычайно высокого уровня (35,0).

Изложенные выше данные о влиянии геоактивных зон на здоровье населения получены на основе сопоставления геолого-экологической и медико-статистической информации по участкам площадью от 10 до 100 км<sup>2</sup>,

соответствующей отдельным городам и волостям Ленобласти или районам Санкт-Петербурга, которые пересекаются или не пересекаются региональными зонами разломов, что нашло свое отражение в показателях онкозаболеваемости (на пересекаемых зонами участках возрастает с 1,5–2,5 до 3,5–4,3).

Однако характерный для расположенных над ГДАР населенных пунктов уровень онкозаболеваемости (3,5–4,3) отражает лишь среднюю величину этого показателя для площадей, включающих в себя как зоны влияния отдельных тектонических швов (шириной десятки метров), так и межзональные участки. Для получения данных о заболеваемости населения непосредственно над разломами были выполнены детальные комплексные геолого-геофизические и медико-экологические исследования с адресной привязкой показателей заболеваемости (заболевших раком на 1 000 жителей в год) конкретно к каждому дому по трем районам Санкт-Петербурга (Калининскому, Смольнинскому и Василеостровскому). Геолого-структурные карты (в масштабе 1:10000–1:25000) с выделенными на них зонами ГДАР были построены с использованием материалов документации горных выработок метрополитена и многочисленных скважин, а также результатов электроразведки (метод ЕЭМИ) и эманационной съемки.

Зависимость частоты возникновения злокачественных опухолей от расположения домов относительно ГДАР и участков загрязнения почв тяжелыми металлами отражена в табл. 3.4 и рис.3.3, из которых видно, что за пределами зон разломов уровень онкозаболеваемости колеблется от 1,7 до 2,45 (на техногенно загрязненных участках).

Таблица 3.4

Количество онкозаболеваний на 1000 человек в год в зависимости от места проживания относительно разломов (1989–1993 гг.)

Исследуемые районы Санкт-Петербурга и Ленинградской области	Количество жителей	Средняя загрязненность почвы ( $\Sigma_c$ )	Онкозаболеваемость			Отношение данных гр. 6 к данным гр. 5
			в среднем	за пределами разломов	в зонах разломов	
1	2	3	4	5	6	7
Калининский р-н: новостройка	299220	18	3,22	1,71 ±0,20	4,69±0,27	2,5
	50500	32	4,44	2,20±0,47	5,76±0,62	2,6
Смольнинский р-н	14840	60	3,69	1,92±0,36	7,73±0,77	4,03
Василеостров. р-н	25400	100	4,05	2,45±0,41	5,9±0,62	2,4
Гатчина	80000	30	3,43	1,66±0,35	5,29±0,62	3,41



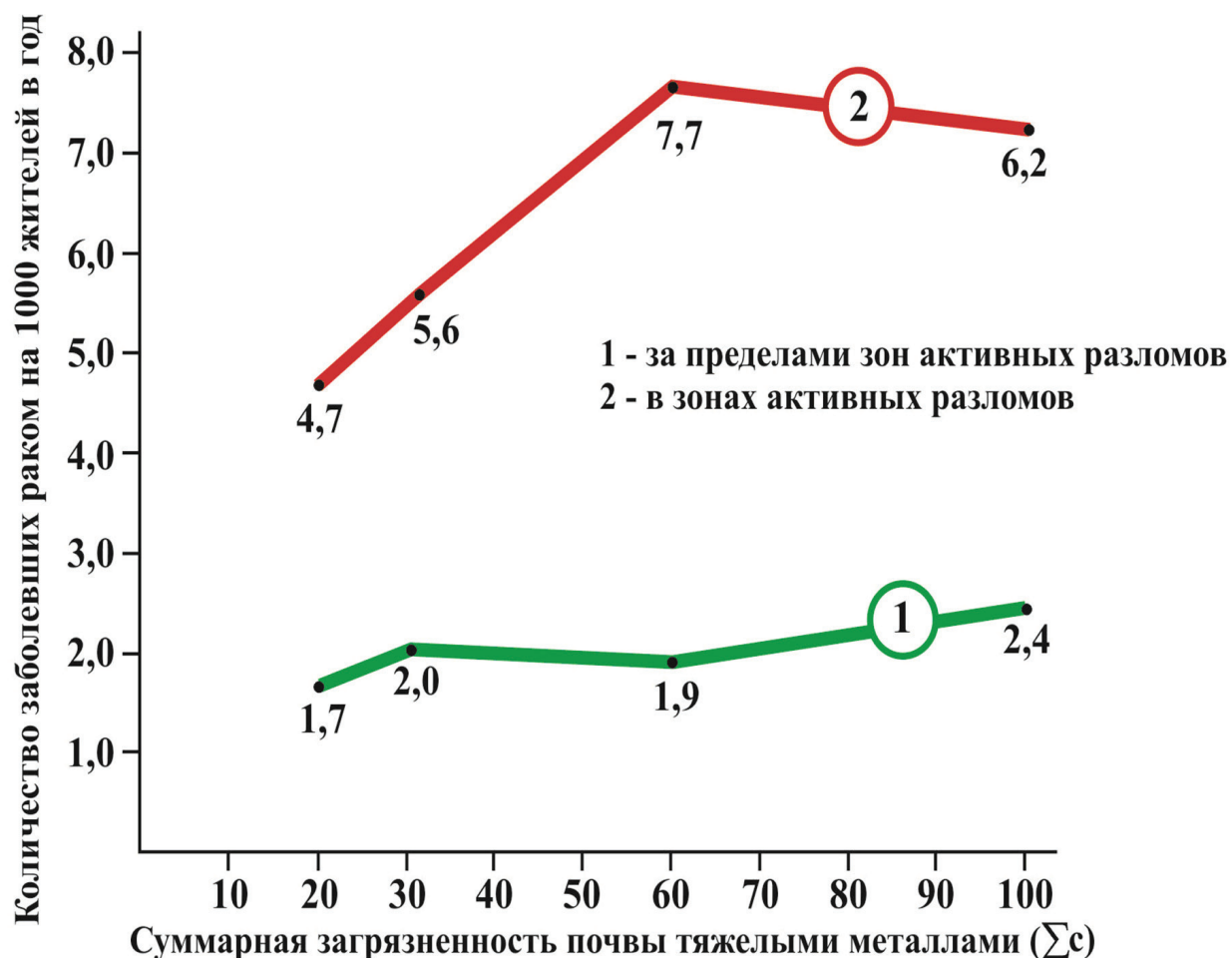


Рис. 3.3. Зависимость онкозаболеваемости жителей Санкт-Петербурга от уровня загрязнённости почвы тяжёлыми металлами и расположения домов относительно зон ГДАР

В домах, расположенных над зонами разломов, величина этого показателя возрастает в среднем до 4,7–7,7 заболевших раком в год на 1000 жителей. Таким образом, на высоком уровне статистической достоверности ( $p < 0,001$ ) заболевают раком в Калининском и Василеостровском районах в 2,5 раза, в Гатчине в 3,4, а в Смольнинском районе в 4 раза чаще, чем в домах, находящихся в межразломных блоках. Аналогичное увеличение онкозаболеваемости (2,6–4,5) регистрируется в таких, находящихся далеко друг от друга городах как Киев, Костомукша, Сургут, расположенных в разных природно-климатических поясах и в разных по своему геологическому строению структурах.

Степень загрязненности почвы тяжелыми металлами оказывает на частоту онкозаболеваний значительно меньшее влияние, чем зоны ГДАР. По сравнению с незагрязненными участками частота онкозаболеваний в пределах геохимически «загрязненных» районов возрастает при умеренно опасном загрязнении в 1,3 раза, а при опасном – всего лишь в 1,5 раза (табл. 3.5 и рис.3.3).



Таблица 3.5

Зависимость уровня онкозаболеваемости в Калининском районе г. Санкт-Петербурга от расположения жилых домов по отношению к зоне ГДАР и от степени загрязнения почв тяжелыми металлами (Ес)

Степень загрязнения почв тяжелыми металлами	Показатель	Расположение жилых домов по отношению к зонам ГДАР			В узлах пересечения зон ГДАР	Итого
		вне зоны ГДАР	частично в зоне ГДАР	полностью в зоне ГДАР		
Неопасное ( $\Sigma_c$ до 16)	1	125076	76279	97872	31131	330358
	2	401	554	880	403	2238
	3	$1,59 \pm 0,15$	$3,64 \pm 0,28$	$4,40 \pm 0,28$	$6,05 \pm 0,59$	$3,39 \pm 1,31$
Умеренно опасное ( $\Sigma_c = 16-32$ )	1	18146	12219	26135	8189	64689
	2	75	114	282	146	567
	3	$2,06 \pm 0,44$	$4,66 \pm 1,24$	$5,40 \pm 0,59$	$8,94 \pm 1,36$	$4,38 \pm 0,36$
Опасное ( $\Sigma_c > 32$ )	1	6639	6910	5384	-	18933
	2	34	63	76	-	173
	3	$2,57 \pm 0,81$	$4,56 \pm 1,07$	$7,10 \pm 1,51$	-	$4,57 \pm 0,47$
Всего	1	149861	95408	129391	39320	413980
	2	510	731	1238	549	2978
	3	$1,70 \pm 0,14$	$3,84 \pm 0,26$	$4,59 \pm 0,25$	$6,98 \pm 0,55$	$3,6 \pm 0,12$

**Примечание.** Показатель 1 - кол-во жителей, 2 - кол-во онкозаболеваний за 2 года, 3 - показатель частоты онкозаболеваемости из расчета кол-ва заболевших на 1000 чел. в год.

Влияние факторов внешней среды на состояние здоровья населения Ленинградской области с учетом его возрастной структуры рассмотрено на примере города Гатчина, где связанные с разрывной тектоникой зоны образуют в пределах центральной части территории города сложный узел сочленения типа «битой тарелки».

С целью определения степени влияния отдельных природных и техногенных экологических факторов на состояние здоровья населения по ряду медицинских участков Гатчины было проведено сопоставление, с одной стороны, осредненных параметров загрязненности почв тяжелыми металлами и бенз(а)пиреном, объемной активности радона и площадной плотности зон ГДАР, с другой – стандартизованных (на 1000 человек) показателей смертности и заболеваемости населения злокачественными новообразованиями, сахарным диабетом, ишемической болезнью сердца (ИБС), хроническим бронхитом и гипертонией. По всем перечисленным показателям определялись коэффициенты парной корреляции с оценкой их статистической значимости (таблица 3.6).

Таблица 3.6

Показатели распространенности заболеваний населения в зонах ГДАР  
и за их пределами (г. Гатчина, медицинские участки 2,12, 25)

Медицинские и демографические характеристики		всего	В том числе		«Р»	статистическая достоверность показателей заболеваний, в зонах ГДАР	
			в зонах ГДАР	за пределами зон ГДАР			
Количество жителей		5826	2831	2995			
Возрастные категории, %	0-20 лет	25,1	24,6	25,7			
	21-59 лет	59,7	60,3	59			
	60 лет	15,2	15,1	15,3			
злокачественные образования	Общее кол-во	76	58	18	0,01	Отличие показателей в ГПЗ и вне их статистически достоверно	
	Кол-во на 1000 жителей	13,04	20,48±2,68	6,01 ±1,42			
ИБС	Общее кол-во	122	78	44	0,01		
	Кол-во на 1000 жителей	20,94	27,50±3,18	14,70 ±2,22			
гипертония	Общее кол-во	166	100	66	0,05		
	Кол-во на 1000 жителей	28,49	35,30 ±3,53	22,24 ±2,71			
стенокардия	Общее кол-во	58	32	26	1		Отличие показателей статистически не достоверно
	Кол-во на 1000 жителей	14,92	15,8 ±2,36	14,01 ±2,16			
хронический бронхит	Общее кол-во	87	45	42			
	Кол-во на 1000 жителей	14,92	15,82±2,36	14,02 ±2,16			
диабет	Общее кол-во	120	65	55			
	Кол-во на 1000 жителей	20,57	23,00 ±2,82	18,4 ±2,82			

Анализ результатов, полученных по г. Гатчина, показал, что с площадной плотностью распределения зон ГДАР достоверно коррелируются смертность, онкологические заболевания, заболеваемость ишемической болезнью сердца и хронический бронхит; с повышенной концентрацией радона в почвенном воздухе статистически значимую зависимость обнаруживает заболеваемость населения хроническим бронхитом; с повышенной концентрацией в почве тяжелых металлов значимо коррелируется только заболеваемость взрослого населения сахарным диабетом.

Еще более детально характер распределения показателей онкозаболеваемости в пространстве и времени (за период с 1991 по 2002 гг.) был проанализирован

на основе материалов СПб ГУЗ Медицинского информационно-аналитического центра по северной практически техногенно незагрязненной части Калининского р-на Санкт-Петербурга площадью 7 км<sup>2</sup>, насчитывающей 111 тыс. жителей, проживающих в 292 домах, 116 из которых (40288 жителей) полностью или частично располагаются над зонами ГДАР [9]. Рассматриваемая территория характеризуется сравнительно низким уровнем техногенной загрязненности ( $\Sigma_c = 16-20$ ).

По результатам анализа, представленным на рисунке 3.4, можно сделать следующие основные выводы:

1. Ежегодно на протяжении 10 лет каждый новый «слой» заболевших подтверждает более высокую (на 1,4–2,2 на 1000 жителей) заболеваемость раком в домах, расположенных над зонами ГДАР, а, следовательно, бесспорное наличие природного, постоянно действующего геологического фактора в виде зон активных разломов и связанных с ними геофизических и других аномалий, провоцирующих развитие злокачественных образований (рис.3.4а).

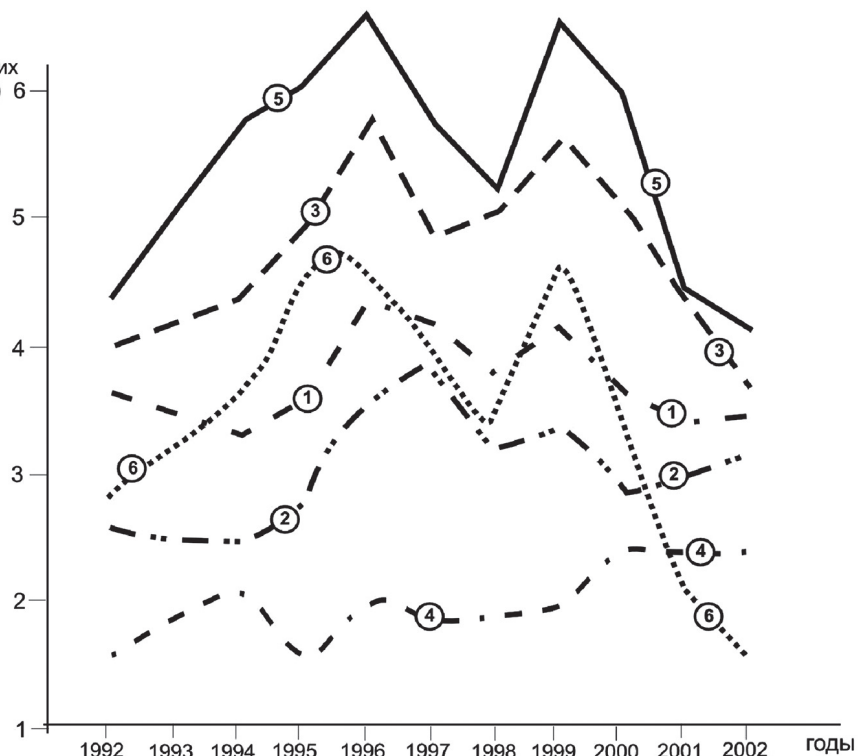
2. В узлах пересечения разнонаправленных разломов выделяются гипергеопатогенные очаги, где онкозаболеваемость на протяжении 10 лет колеблется от 4,5 до 6,6 (в среднем 6,2) при среднем уровне этого показателя на рассматриваемой площади за период с 1991 по 2002 гг. 3,8 заболевших в год на 1000 жителей. Суммарная площадь таких очагов составляет 8% от общей площади, в таких очагах проживает около 7% жителей.

3. В центральных частях межразломных, тектонически стабильных блоков, выделяются так называемые геоселюбогерогенные участки, занимающие около 13% рассматриваемой территории, на которых проживает такой же процент жителей, где средний уровень заболеваемости на протяжении 10 лет колеблется от 1,5 до 2,4 заболевших раком на 1000 жителей в год, составляя в среднем за 10 лет 2,05, что соответствует уровню онкозаболеваемости в населенных пунктах Ленинградской области, расположенных на расстоянии более 3 км от разломов.

4. На протяжении 10 лет уровень онкозаболеваемости на геоселюбогерогенных участках плавно увеличивался от 1,6 в 1992 г. до 2,4 в 2002 г. В зонах ГДАР четко вырисовывается двугорбый максимум увеличения онкозаболеваемости в 1996 и 1999 гг. до 5,6-5,7 (а в гипергеопатогенных очагах до 6,6) на фоне 4,1-4,3 в 1992 и 2002 гг. Величина прироста онкозаболеваемости в узлах пересечения разнонаправленных разломов по сравнению с геоселюбогерогенными участками составляет в 1996 и 1999 гг. 4,6 а в 1992 и 2002 гг. (годы максимальной солнечной активности) соответственно 2,8 и 2,0. Из рис.3.4б видно, что именно в 1996 и 1999 гг. в зонах разломов отмечается увеличение деформаций опорных реперов в тоннелях метрополитена и рост объемной активности радона в почвенном воздухе, свидетельствующие о повышении в эти периоды сейсмической активности Земли.

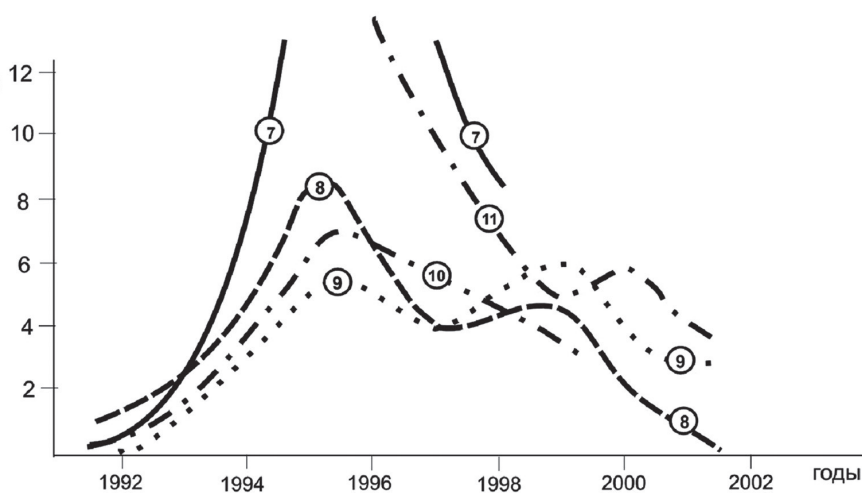
Имеются основания считать, что в годы относительного сейсмического покоя каждый второй из двух, а в годы сейсмической активизации двое из трех заболевших раком в зонах ГДАР обязаны своим недугом месту своего проживания.

Показатель  
онкозаболеваемости  
(количество заболевших  
на 1000 жителей в год)



- 1 - по всему изученному району;
- 2 - в домах, расположенных на удалении от разломов;
- 3 - в домах, находящихся над разломами;
- 4 - в домах, расположенных в центральных частях тектонически стабильных междолинных блоков (геоселюбогены);
- 5 - в домах, расположенных над узлами пересечения разнонаправленных разломов (гипергеопатогенные очаги);
- 6 - прирост онкозаболеваемости в гипергеопатогенных очагах по сравнению с геоселюбогеными участками.

Перемещение  
опорных реперов  
тоннелей метро-  
политена, (мм/год)



- 7 - в зоне разлома между станциями метро Лесная - пл. Мужества;
- 8 - в зоне разлома вблизи станции Рыбацкое;
- 9 - в зоне разлома вблизи станции Обухово;
- 10 - в зоне разлома вблизи станции Купчино;
- 11 - график изменения контрастности аномалии объемной активности радона в почвенном воздухе над разломом на участке аварии в метро у станции площадь Мужества (по данным Б.Г.Дверницкого)

Рис. 3.4 – а) Графики среднеарифметических значений показателей онкозаболеваемости в период с 1992 по 2002 г.; б) Графики перемещений опорных реперов в тоннелях Санкт-Петербургского метрополитена в период с 1992 по 2002 г.

### **3.3. Влияние зон ГДАР и связанных с ними электромагнитных излучений на физическое и психическое состояние одновозрастных и в исходном состоянии в одинаковой степени физически здоровых коллективов**

Исследования были проведены сотрудниками Военно-медицинской академии (П.П. Сивашенко) и Научного Центра минерально-сырьевого университета «Горный» (Е.К. Мельников) в одном из Санкт-Петербургских кадетских корпусов. Здание корпуса частично располагается над зоной ГДАР, четко прослеживающейся в форме линейно вытянутой аномалии естественного импульсного электромагнитного излучения (ЕИЭМИ) интенсивностью от 70 до 200 мкВ/м (нормальный фон 3–20 мкВ/м). Спальные места и классы самоподготовки первой группы кадет численностью 120 человек располагаются на удалении от рассматриваемой зоны в нормальном поле ЕИЭМИ, места длительного пребывания воспитанников второй группы численностью 120 человек – в пределах аномалии ЕИЭМИ над разломом. В процессе трехлетнего наблюдения за подростками определялась академическая успеваемость, результаты физической подготовки, оценки по поведению, особенности отчисления из образовательного учреждения, а также показатели физиологических резервов, определенных на основе индексов Эрисмана, Квааса, ИЭК, которые в свою очередь рассчитывались из базовых физиологических показателей (пульса, артериального давления, времени задержки дыхания).

В результате исследования было обнаружено различие показателей успеваемости между подростками опытной (подвергнутых влиянию ГДАР) и контрольной группы (не подвергнутых этому влиянию). В результате исследования выявлено, что подростки опытной группы в целом повысили уровень академической успеваемости по сравнению с подростками контрольной группы. Правда, это улучшение определилось не сразу. Во второй четверти подростки как одной, так и другой группы повысили свои оценки в среднем на  $0,13 \pm 0,02$  балла, после чего динамика показателей в группах изменилась. Так, в третьей четверти, в опытной группе продолжали улучшать свои показатели успеваемости в среднем на  $0,02 \pm 0,02$  балла, в то время, как их однокурсники из контрольной группы, снизили свои показатели на  $0,037 \pm 0,018$  балла. Различия статистически значимы при  $p < 0,05$ . В четвертой четверти подростки первой группы увеличивали темпы прироста оценок. С  $0,025$  баллов в третьей четверти средняя оценка в четвертой четверти возросла на  $0,03$  балла. В то же время у подростков второй (контрольной) группы такое повышение определялось всего на уровне  $0,01$  балла. В результате, за первый курс у подростков опытной группы успеваемость возросла на  $0,19 \pm 0,02$  балла. При этом улучшение оценок определялось каждую четверть. В отличие от них у подростков, контрольной группы улучшение успеваемости, достигнутое во второй четверти, сменилось ухудшением успеваемости в третьей и



небольшим улучшение в четвертой. В результате прирост оценок только на  $0,12 \pm 0,02$  балла. Различия между группами статистически значимы ( $p < 0,02$ )

Таким образом, у подростков опытной группы, места длительного пребывания которых находились в зонах влияния ГДАР, определилось в течение года повышением академической успеваемости по сравнению с подростками контрольной группы, не подвергнувшимися воздействию ГДАР. Было интересным понять природу активации познавательной деятельности подростков. Решение этого вопроса было подсказано при анализе оценок по поведению и спортивных результатов за первый год обучения.

Из анализа этих данных следует, что у подростков опытной группы, в отличие от контрольной группы, в первой четверти определяется снижение оценок по поведению на 9% при  $p < 0,01$ . Если в первой четверти у подростков опытной группы оценка по поведению была  $3,09 \pm 0,04$  балла, то у подростков контрольной группы оценка по поведению составила  $3,40 \pm 0,08$  балла. Во второй и третьей четверти оценки за поведение в той и другой группе подростков возрастают, но статистически значимо оценки за поведение подростков опытной группы ниже оценок за поведение подростков контрольной группы на 7,5% при  $p < 0,02$  в третьей четверти ( $3,32 \pm 0,07$  и  $3,6 \pm 0,09$  для первой и второй группы соответственно).

Ухудшение оценок по поведению на фоне лучшей успеваемости может свидетельствовать об определенной активации подростков опытной группы в областях ГДАР. Об этом свидетельствует улучшение результатов физической подготовки. Уже через полгода воздействия аномалий природной среды в зонах ГДАР на подростков опытной группы определялось статистически значимое улучшение результатов бега на 100 м, чем у их сверстников контрольной группы, не подвергнутых этому воздействию. У подростков опытной группы результат составлял  $14,42 \pm 0,08$  с, а у их сверстников контрольной группы время выполнения норматива на 3,4% больше при  $p < 0,001$  и составляет  $14,92 \pm 0,10$  с

К концу первого года обучения в результате занятий показатели бега на 100 метров в этих двух группах подростков улучшились по сравнению с первым полугодием. Но различие в рассматриваемых группах подростков сохранилось. Если подростки опытной группы преодолевали дистанцию за  $14,11 \pm 0,08$  с, то в контрольной группе время выполнения норматива затянулось на 3,6% при  $p < 0,05$  и составило  $14,64 \pm 0,10$  с.

Таблица 3.7 иллюстрирует устанавливаемый с достаточно высоким уровнем достоверности ( $p < 0,05$ ) рост заболеваемости, различных нарушений сердечного ритма и повышенного давления в группе кадет уже в первый год из трех лет длительного пребывания над зоной ГДАР. Во второй группе кадет уже к концу первого года обучения снижаются показатели самочувствия, повышаются показатели личностной и ситуативной тревожности, ухудшаются показатели поведенческой регуляции, возрастает агрессивность, снижают-

ся оценки отношения кадет к командирам, сверстникам и родителям. Если в первой группе кадеты отчислялись из корпуса в основном по собственному желанию, то во второй группе – как правило, за систематические нарушения дисциплины.

Таблица 3.7

Влияние зон ГДАР и связанных с ними аномалий ЕИЭМИ на состояние и успеваемость длительно пребывающих в них кадет

	за пределами зоны ГДАР	в зоне ГДАР
№ группы	1	2
Количество кадет	120	120
Уровень интенсивности вертикальной компоненты ЕИЭМИ, мкВ/м	3-20	70-160
Заболеваемость органов дыхания, в т.ч. верхних дыхательных путей (случаев)	648	706
Нарушения сердечного ритма (человек)	35	75
Количество подтягиваний (к концу 1-ого года)	9,2 (8,4-10,1)	11,0(10,0-12,0)
ЧСС - Частота сердечных сокращений (пульс)	78,7±2,5	72,8±2,0*
АДС - Систолическое артериальное давление	112,2±1,5	117,5±1,4*
жизненная емкость легких (ЖЕЛ)	2,9 ±0,8	3,3± 0,6*
Проба Генча <sup>1</sup>	35,5±1,7	42,1*2,10*
Индекс Эрисмана <sup>2</sup>	51,2±1,1	44,5±0,7**
Индекс Квааса <sup>3</sup>	17,6±0,6	15,8±0,6*
ИЭК индекс Кердо <sup>4</sup>	1,492±0,038	1,636±0,041*
Индекс Руфье <sup>5</sup>	9,237±0,43	7,021±0,37**
Показатели самочувствия (по методу САН)	5,2 (5,0-5,5)	4,7 (4,5-4,9)
Показатели тревожности:		
а) личностной	37,0 (36,2-37,6)	40,1 (38,5-41,8)
б) ситуативной	23,4 (21,8-25,6)	28,0 (26,2-30,0)
Прирост оценок академической успеваемости	0,12 (0,07-0,15)	0,18 (0,15-0,22)

Примечание: Знаком «\*» указано статистически значимые различия при  $p < 0,05$ , знаком «\*\*» при  $p < 0,001$ , в скобках пределы колебаний.

1 Проба Генча - функциональная проба для оценки состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем, заключающаяся в определении максимальной продолжительности произвольной задержки дыхания после выдоха.

2 Индекс Эрисмана - антропометрический индекс физического развития, представляющий собой разность между длиной окружности груди и половиной высоты тела (роста).

3 индекс Квааса (ИКВ):  $ИКВ = (ЧСС/АДС) \cdot 10$

4 Индекс Кердо - показатель, использующийся для оценки деятельности вегетативной нервной системы, вычисляется по формуле:  $ИЭК = 100 \cdot (1 - АДД/ЧСС)$ , где: АДД - диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.); ЧСС - пульс (уд. в мин.). Если значение этого индекса больше нуля, то говорят о преобладании воз-

буждающих влияний в деятельности вегетативной нервной системы, если меньше нуля, то о преобладании тормозных, если равен нулю, то это говорит о функциональном равновесии.

5 Индекс Руфье даёт оценку работоспособности сердца После 5-минутного спокойного состояния в положении сидя подсчитать пульс за 15 с (P1), затем в течение 45 с выполнить 30 приседаний. Сразу после приседаний подсчитать пульс за первые 15 с (P2) и последние 15 с (P3) первой минуты периода восстановления. Результаты оцениваются по индексу, который определяется по формуле:  $0,4 \cdot (P1 + P2 + P3) - 20$ . Если Индекс Руфье менее 0 – атлетическое сердце; 0,1 – 5 – «отлично»; 5,1 – 10 – «хорошо»; 10,1 – 15 – «удовлетворительно» (сердечная недостаточность средней степени); 15,1 – 20 – «плохо» (высокая сердечная недостаточность).

Через три года у подростков опытной группы время бега на 100 метров стало хуже, чем у подростков контрольной группы. Если подростки опытной группы выполняли норматив за  $13,8 \pm 0,08$  с, то у их однокурсников контрольной группы время выполнения норматива  $13,2 \pm 0,1$  с (улучшение выполнения норматива на 4,5% при  $p < 0,05$ ). Следует отметить, что такое снижение результатов в опытной группе, где эти результаты на первом курсе были значительно выше, может значить только то, что активационный компонент зоны ГДАР, воздействующий на подростков в местах их длительного нахождения, исчерпал себя. Более того, воздействие этих аномалий стало, в какой-то мере, даже вредным. Причина различия в выполнении норматив бега на 100 м, возможно, кроется в изменении физиологических резервов подростков, места длительного пребывания которых находились в зоне активного разлома  $p < 0,001$ .

После трехлетнего воздействия зон ГДАР величина артериального давления увеличилась на 8% при  $p < 0,05$  по сравнению с контрольной группой, показатели пульса наоборот уменьшились на 4,7%, жизненной емкости легких снизилась на 12% ( $p < 0,05$ ) и время задержки дыхания на выдохе снизилось на 15% ( $p < 0,05$ ). Увеличение систолического давления на фоне снижения пульса само по себе характерно, так же как и снижения времени задержки дыхания для повышенного напряжения регуляции вегетативных функций при длительном воздействии стрессогенов. Рассчитанные физиологические индексы указывают на снижение физиологических резервов у подростков опытной группы, находящихся под влиянием ГДАР [2].

К концу третьего года пребывания в корпусе показатели по физподготовке во второй группе снижаются, параллельно с уменьшением времени задержки дыхания на выдохе и снижением показателей Квааса и Эрисмана, характеризующих достоверное (при  $p < 0,05$ ) ухудшение физического состояния организма и, в частности, состояние миокарда.

Приведенные выше показатели свидетельствуют о том, что в начальный период длительного пребывания в зоне ГДАР связанные с ними поля

стимулируют силы молодого организма в направленности активной деятельности, что приводит к концу обучения к истощению физиологических резервов.

Рост агрессивности (с 12,5 до 93,3%) при одновременном уменьшении объемов средних норм внимания (с 67,4 до 16,6%) наблюдался и учащихся школ г. Уфы, расположенных над зонами ГДАР, по сравнению с учащимися школ, находящихся на удалении от таких зон [9].

### **3.4. Зоны ГДАР и аварийность на дорогах**

Анализ информации, полученной с помощью работников Санкт-Петербургского и Костомукшского городских и Ленинградского областного управлений ГАИ (ГИБДД), однозначно свидетельствует о том, что разломы и связанные с ними геофизические аномалии оказывают влияние не только на здоровье человека, но и на его состояние и поведенческие функции. При этом устанавливается, что человеческий организм реагирует на попадание в зону разлома практически мгновенно, на что указывают возможность регистрации зон разлома операторами, выполняющими автомобильную биолокационную съемку при скорости движения автомобиля 30–40 км/ч и даже 60–80 км/ч и увеличением в зонах разлома количества ДТП [4].

На участках пересечения активных разломов дорогами в 5–15 раз возрастает количество дорожно-транспортных происшествий, причиной которых в значительном количестве случаев является так называемый человеческий фактор, связанный с тем, что приуроченные к разломам геофизические, а может быть и энергоинформационные аномалии провоцируют неадекватную реакцию водителя на меняющуюся окружающую среду [1].

С влиянием приуроченных к зонам ГДАР геофизических аномалий на поведенческие функции человека, по-видимому, связано и проявление у отдельных людей при пересечении зоны разломов и приуроченных к ним подземных водотоков, так называемого биолокационного эффекта.

Последний выражается в произвольных (идеомоторных) сокращениях мышц рук, приводящих в движение (отклонение от исходного положения) находящиеся в руках ветки лозы, металлические рамки или маятники. Считается, что связанные с разломом излучения (скорее всего электромагнитные) поступают на подкорку головного мозга, откуда по каналам нервной системы соответствующий сигнал передается на мышцы рук, сокращение которых и приводит в движение находящийся в них индикатор. Исходя из этих соображений, логично возникает вопрос, не могут ли связанные с зоной разлома геофизические аномалии спровоцировать у водителя произвольные сокращения мышц рук, приводящие к небольшому, но роковому подвороту баранки руля.

Анализ представленных управлениями ГАИ данных показывает:

- за пределами зон разлома и на удалении от поселков и перекрестков количество ДТП в среднем составляет 0,25–0,35 на 1 км в год и, очевидно, мало зависит от количества автотранспорта на дорогах и от скорости его движения;
- количество ДТП пропорционально количеству автотранспорта и пешеходов: 0,3–0,4 на магистрали в лесу и сельской местности, 0,8–1,2 в небольших городах и 7,2–10,0 на 1 км в год на улицах Санкт-Петербурга;
- вблизи перекрестков количество ДТП увеличивается;
- в условиях сочетания перекрестков с зонами разлома повсеместно отмечается наибольшее количество ДТП;
- если вблизи перекрестков количество ДТП за счет наличия разломов увеличивается в 1,3–1,8 раз, то на удалении от перекрестков воздействие ГДАР увеличивает количество ДТП в 2–30 раз, и тем более резко, чем больше на дороге автотранспорта и пешеходов. Это позволяет сделать вывод о том, что на удалении от перекрестков зоны разлома являются определяющим фактором в возникновении ДТП (табл. 3.8).

Таблица 3.8

Сопоставление количества ДТП в зонах ГДАР и за их пределами на дорогах с различной напряженностью движения

Классификация дорог по интенсивности движения автотранспорта	Среднее количество ДТП на 1 пог. км дороги в год		разность между 3 и 2	отношение 2:3
	над ГДАР	За пределами ГДАР		
1	2	3	4	5
<b>Автомagистраль Санкт-Петербург - Мурманск (1300 ДТП за 5 лет)</b>				
Вдали (1 км) от поселков и перекрестков	0,7	0,3	0,4	2,33
Вблизи перекрестков	0,88	0,58	0,3	1,52
<b>г. Костомукша (65 ДТП за 2 года)</b>				
Улицы с относительно спокойным движением	1,55	0,35		4,43
Перекрестки улиц со спокойным движением	2	1,1	0,8	1,8
<b>г. Санкт-Петербург (Калининский район, 3500 ДТП за 2 года )</b>				
Улицы с относительно спокойным движением	7,5	0,25	7,25	30
Магистральные улицы с интенсивным движением	12,5	24	10	5
Перекрестки магистральных улиц	33,5	26	74	13



Результаты анализа статистики ДТП в Калининском районе Санкт-Петербурга представлены на рисунке 3.5.

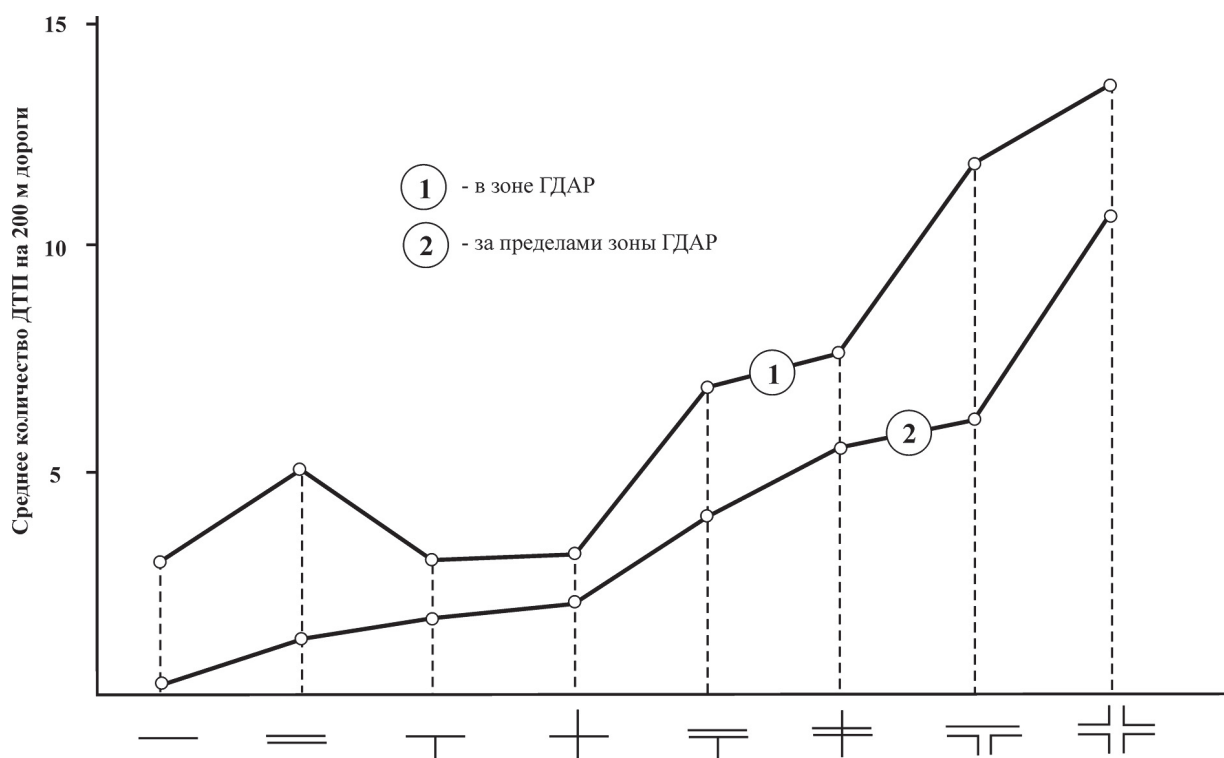


Рис. 3.5 - Зависимость количества ДТП на различных участках дороги, расположенных в зоне ГДАР и за её пределами. Величина выборки 3500 ДТП по данным районной госавтоинспекции, полученным за 1990–91 гг в Калининском районе г. Санкт-Петербурга (пьяные водители и пешеходы исключены) Тип дороги и перекрестка: ===== улицы с интенсивным движением; — улицы с ослабленным движением

#### 4. КОМПЛЕКС МЕТОДОВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И КАРТИРОВАНИЯ ЗОН ГДАР

На разных этапах проектирования жилой застройки и в процессе эксплуатации уже функционирующих жилых и производственных помещений выделение и картирование зон ГДАР осуществляется в различных масштабах с использованием комплекса геофизических и геохимических исследований.

На стадии разработки генеральных планов развития еще не застроенных площадей составляются геолого-структурные карты масштаба 1:10 000 – 1:50 000, на которых выделение зон ГДАР производится на основе имеющейся геолого-геофизической информации с привлечением результатов дешифрирования космических снимков. Для уточнения положения намечающихся зон ГДАР на местности по профилям, ориентированным вкrest их простирания, проводятся геофизические работы (электроразведка, сейсморазведка, а по отдельным профилям – гравиразведка) в масштабе 1:25 000 (по сети 250x20 м). Гравиразведка выполняется для картирования приразломных палеоврезов (палеодолин древних рек, выполненных обводненными песками). На площадях с ненарушенным природным ландшафтом рекомендуется постановка геоботанической съемки (см раздел 3.1, рис. 4.1). Для более полной характеристики выделенных тектонических нарушений проводится атмогеохимическая съемка с определением концентрации в почвенном воздухе водорода, радона, метана, ртути. Границы кварталов жилой застройки должны располагаться на удалении не менее 100 м от оси выделенных зон ГДАР.



*Рис. 4.1. Деревья у дома №65 по ул.Бабушкина (Санкт-Петербург).  
Отмечается дихотомия почти у всех деревьев и наросты на стволах*



Количество инженерных осложнений

Количество течей в обделке тоннелей метрополитена в 2007 г.  
Количество аварий на подземных коммуникациях ГУП "Водоканал Санкт-Петербург в 2000-2010 г.г.

Графики концентрации газов в почвенном воздухе

Графики магнитной составляющей ПЭМП на поверхности

ул.Бабушкина (восточная сторона)

ул.Бабушкина (западная сторона)

Графики компонент магнитной составляющей ПЭМП в западном тоннеле метрополитена

Геологический разрез

В узлах пересечения разнонаправленных разломов исключается строительство не только жилых, но и производственных зданий повышенной ответственности, а также прокладка подземных коммуникаций.

На стадии инженерно-геологических изысканий в пределах участков, отведенных под строительство конкретных объектов, для выделения и картирования зон ГДАР выполняется комплекс геофизических и геохимических исследований, масштаба 1:5 000 – 1:10 000 (с расстоянием между профилями, ориентированными вкрест ожидаемых зон ГДАР, 50х100 м и шагом между точками измерений 10-20 м), включающий электроразведку методами сопротивлений (средний градиент), переменного электромагнитного поля (ПЭМП), радиоманнитотеллурического зондирования (РЭМТЭ), георадиолокацию, сейсморазведку методом отраженных волн (МОВ) и атмогеохимию с определением в почвенном воздухе концентрации водорода, радона, метана и ртути.

При осуществляемом на стадии инженерно-геологических изысканий бурении часть скважин проходится специально для заверки и геологической интерпретации выделяемых геофизических и геохимических аномалий. По данным опробования и анализа керна скважин дается характеристика физико-механических свойств не только выделяемых инженерно-геологических элементов, но и пересекающих их в зонах разломов тектонически нарушенных горных пород.

Проектируемые на изученных участках жилые дома, детские и лечебные заведения, а также особо ответственные объекты, должны располагаться на расстоянии не ближе 100 м от оси выделенных на картах масштаба 1:5 000 – 1:10 000 зон ГДАР. В полосе влияния этих зон ( $\pm 100$  м от их оси) рекомендуется располагать участки озеленения, парки, гаражи, спортивно-развлекательные и торговые комплексы, а также складские помещения.

#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

tIV		Техногенный слой, пески, глины с обломками кирпича, бетона	gIIms		Ледниковые отложения московской морены, валунные суглинки и супеси
mIV		Морские отложения голоцена (пески)	$V_2kt_2^2$		Дезинтегрированные глины верхнекотлинского горизонта венда
lgIIIb		Позднеледниковые отложения Балтийского ледникового озера, тонкослоистые суглинки, ленточные глины	$V_2kt_2^2$		Ненарушенные котлинские глины
lgIII		Озерно-ледниковые отложения лужской стадии, пески, супеси	lgIIIdn		Межледниковые отложения, супеси
gIIIlz		Ледниковые отложения лужской морены, валунные суглинки	lgIIIdn		Ледниковые отложения днепровской морены, валунные суглинки
mIIImk		Морские отложения микулинского горизонта, битуминозные глины, суглинки			
	Зоны геодинамически активных разломов				
	Аномалии спектральных характеристик акустических шумов				
	Места инженерных осложнений в тоннелях метрополитена				
	Интервалы повышенной влажности грунтов, выделяемые до глубины 3-5 м на георадарограммах				
	Пересекаемые опорным профилем подземные коммуникации, выделяемые по локальным максимумам на кривой $\Delta\chi$				
	на георадарограммах				

Рис. 4.2. Геологический разрез с графиками магнитной составляющей ПЭМП и показателей аварийности на подземных коммуникациях вдоль ул. Бабушкина между станциями метро «Елизаровская» и «Ломоносовская» (Составители Е.К.Мельников и Л.М.Панова)



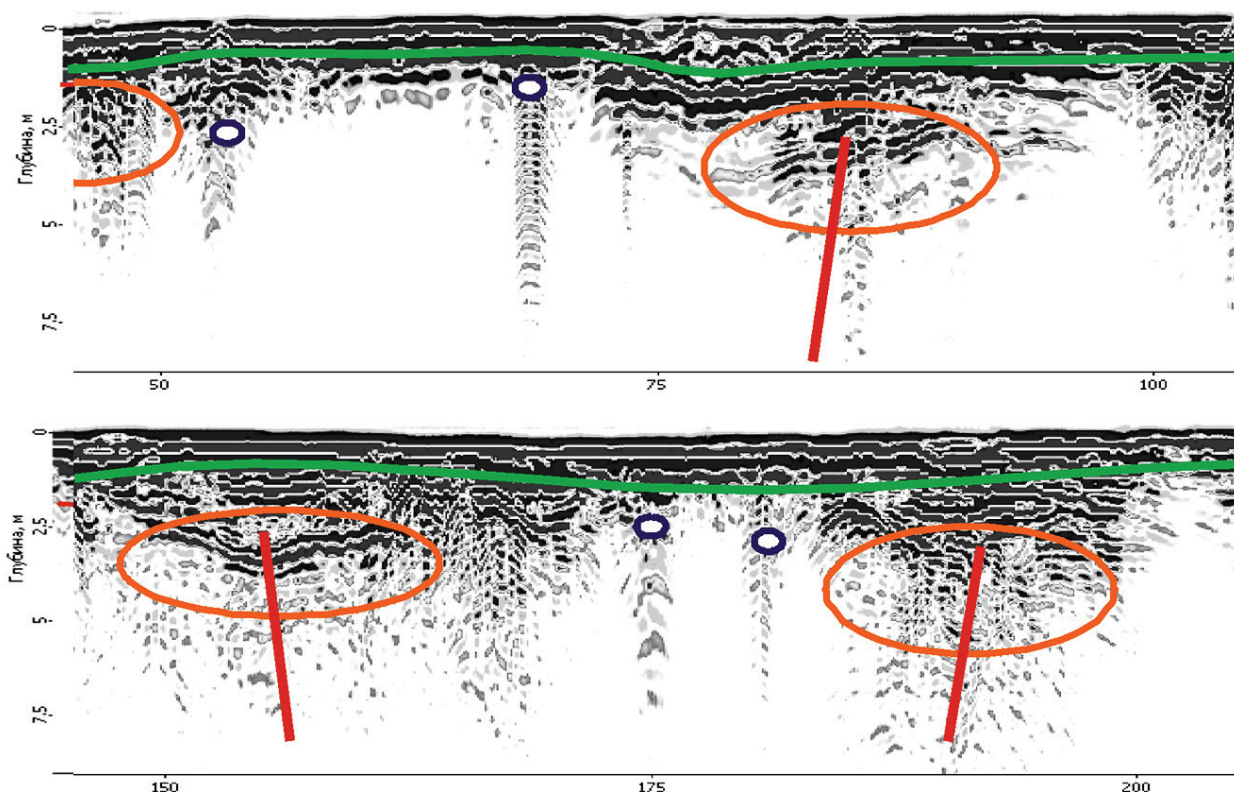
Отражение выделяемых на геологических разрезах зон геодинамически активных разломов в результатах электроразведки методом ПЭМП и атмо-геохимии приводится на рисунке 4.2, в результатах георадиолокации на рисунке 4.3 и в сейсмовременном разрезе, построенном по данным сейсморазведки по методу МОВ, на рисунке 4.4.

На стадии комплексной геоэкологической оценки уже построенных и находящихся в эксплуатации зданий и производственных помещений выделение, картирование и определение границ патогенного влияния зон ГДАР начинается с проведения электроразведки методом регистрации ПЭМПЗ (переменного электромагнитного поля земли). Обследование начинается с обхода здания по его периметру с регистрацией через каждые 5 м вертикальной и двух взаимно перпендикулярных горизонтальных составляющих магнитной компоненты ПЭМП. Наличие зоны ГДАР фиксируется аномалиями вертикальной составляющей магнитной компоненты ПЭМП, по своей амплитуде превышающими аномалии горизонтальных составляющих этого поля. Результаты выполненных по периметру здания измерений дают представление не только о наличии или отсутствии под домом зон ГДАР, но и об их простираии и о том, какие из квартир попадают в зону разлома.





При проведении электроразведочных работ для регистрации ПЭМП применяется приемно-регистрирующая аппаратура, позволяющая осуществлять прием и запись электромагнитных сигналов в цифровой форме в диапазоне частот от 300 Гц до 18 кГц. Канал приема включает магнитную ферритовую антенну, широкополосный линейный предусилитель и переносной измерительный прибор АРРА-109Т, соответствующих действующим в России стандартам и ГОСТам.

Техногенные объекты (силовые линии, трубопроводы, радиоэлектронная аппаратура, энергосберегающие лампочки и т.д.) фиксируются контрастными аномалиями горизонтальной составляющей ПЭМП. Жилые, производственные и хозяйственные помещения обследуются электроразведкой методом ПЭМП по сети 2х2 с вынесением результатов измерений вертикальной и двух горизонтальных составляющих этого поля на планы квартир. Учет соотношения измеряемых параметров позволяет вычленить аномалии ПЭМП, обусловленные техногенными объектами и определить в помещениях границы зон влияния предполагаемых на глубине геодинамически активных разломов. В такого рода аномалиях не следует размещать места длительного пребывания человека (спальные кровати и рабочие столы).

Георадиолокационная съемка выполняется с помощью георадара «ОКО-2» (импульсного высококачественного профилографа). Георадиолокационное зондирование геологического разреза проводится на центральной частоте зондирующих электромагнитных импульсов 150 МГц



#### Условные обозначения

- |   |  |
|---|--|
|  | Граница подошвы насыпного грунта             |
|  | Разломы, выделенные на геологическом разрезе |
|  | Подземные коммуникации                       |
|  | Участки повышенной обводненности грунтов     |

*Рис. 4.3.  
Георадиолокационная  
снятая на участке  
ул.Бабушкина*

в процессе непрерывного перемещения антенной системы георадара вдоль линии профиля. В процессе съемки данные зондирования записываются в портативный компьютер «БО», входящий в комплект георадара «ОКО-2», и отражаются на дисплее в виде георадарограммы, характеризующей геологический разрез вдоль линии профиля (рис.4.3.).

Обработки и визуализация зарегистрированных георадарограмм осуществляется с помощью программ «GeoScan32» и «RADEXPRO» на компьютере класса Pentium-IV.

В граф цифровой обработки георадарограмм включены следующие процедуры преобработки и цифровой фильтрации:

- Масштабирование георадарограмм;
- Введение статических проверок;
- Амплитудная коррекция;
- Анализ спектров полезных отраженных волн и помех;
- Удаление синфазной помехи;
- Частотная полосовая фильтрация;

- 2-D пространственная фильтрация;
- Предсказывающая деконволюция;
- F-K миграция Столта.

Результаты цифровой фильтрации представляются в виде георадарограмм, на которых практически подавлены ЭМ волны-помехи и достаточно четко проявляется структура волнового поля, отражающая особенности строения инженерно-геологического разреза.

На георадарограммах проявляются отраженные электромагнитные волны от следующих элементов инженерно-геологического разреза:

- Границ насыпного грунта;
- Подземных коммуникаций;
- Участков повышения влажности в верхних частях разреза четвертичных отложений, обычно тяготеющие к верхним частям зон ГДАР.

Эти элементы геологического разреза отражаются аномальными возмущениями ЭМ волнового поля, интенсивность и величина которых, определяются контрастом радиофизических свойств галечниковых и гравийных грунтов и размерами неоднородностей.

Для проведения полевых работ по сейсморазведке методом МОВ ис-

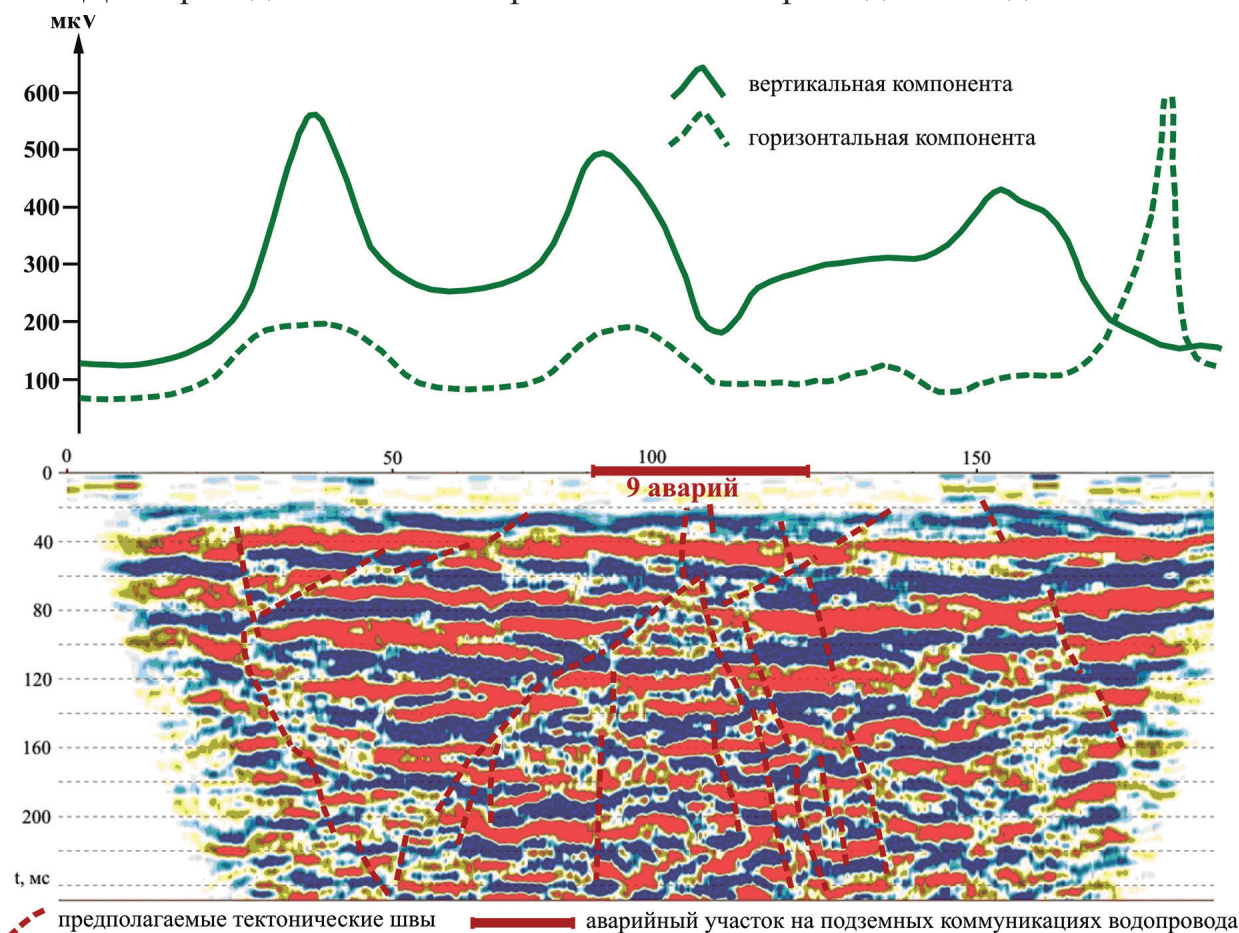


Рис. 4.4. Временной сейсмический разрез,  
построенный по данным сейсморазведки по методу МОВ



пользуются 24-х канальные цифровые сейсмостанции «Лакколдит-Х-2М». Регистрация осуществляется одновременно двумя сейсмостанциями (48 каналов). Удар кувалдой производится по металлическому диску. Синхронизация момента начала записи производится по радиоканалу блоком синхронизации.

Шаг между пунктами приема (ПП) 2 м, шаг между пунктами возбуждения (ПВ) 1 м. Запись производится с накоплением сигнала (5 ударов кувалдой на каждом ПВ). Время записи составляет 0,512 с, шаг изучения разреза составляет 0,5 м.

Обработка сейсмических материалов осуществляется с использованием обрабатывающей системы Focus 5.3 компании Geophysical.

Основной задачей обработки является ослабление регулярных низкоскоростных волн и случайных помех для увеличения соотношения сигнал/помеха.

В процессе обработки для ослабления помех используются одноканальные и многоканальные фильтры.

Сейсморазведка МОВ позволяет проследивать границы раздела геологических сред, определять рельеф границ и выделять тектонические нарушения. Однако в условиях города фон техногенных помех довольно велик, что существенно сказывается на качестве полевых материалов и, следовательно, на точности и достоверности результатов.

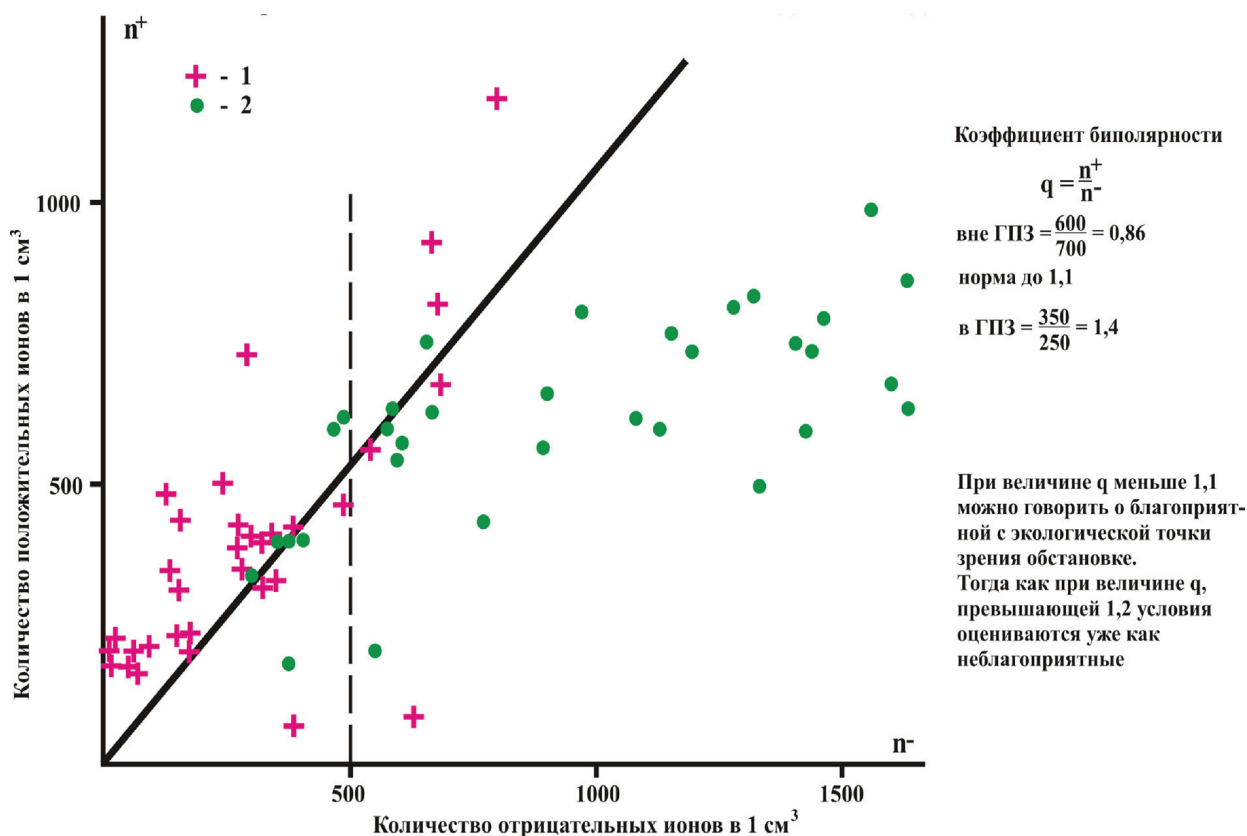


Рис. 4.5. Соотношение количества положительных и отрицательных ионов в воздухе 1) над зонами ГДАР; 2) вне их.

С помощью атмогеохимических методов в закрытых помещениях, отрицательно влияющие на здоровье человека зоны ГДАР могут быть определены по увеличению в них концентрации водорода и резкому, ниже предусмотренного санитарными нормами (650 аэроионов на 1 см<sup>3</sup>), снижению концентрации отрицательно заряженных аэроионов кислорода (рис.4.5).

Концентрация отрицательно заряженных аэроионов в комнатах может быть повышена до оптимального уровня (1000-2000 аэроионов в 1 см<sup>3</sup> воздуха) с помощью ионизаторов («люстр Чижевского»).

Вторым по эффективности методом представляется атмогеохимическая съемка. При атмогеохимической съемке в качестве базового метода используется газогеохимическая съемка по грунтовому воздуху, отбираемому в шпурах с глубины до 1 м, с последующим определением в воздушной пробе радона, ртути, диоксида углерода, метана и этана.

На каждой точке с помощью перфоратора с буром проходится шпур глубиной 1 м. Отбор грунтового воздуха осуществляется с помощью конусного пробоотборника из комплекта аппаратуры АГП-01М. Откачка воздуха осуществляется компрессором прибора АГП-01М. Непосредственно на точке отбора определяются радон, ртуть, водород.

На выходе газового канала проба воздуха герметизируется в стеклянную колбу для газовой хроматографической пробы диоксида углерода, метана, этана.

В таблице 4.1 приведены данные по применяемой аппаратуре и методикам анализа газов. Как отмечено выше, водород, ртуть и радон определяются непосредственно на точке пробоотбора, остальные газовые компоненты измеряются в лабораторных условиях на хроматографе ЦВЕТ-800.

Выбор точек исследований при атмогеохимической съемке с поверхности определяется условиями прохождения бурки, обеспечивающими минимальный подсос атмосферного воздуха.

Из всех перечисленных выше геофизических методов наиболее информативным при выделении и картировании зон геодинамически активных разломов и экспрессным в условиях городской застройки представляется электроразведка, базирующаяся на регистрации трех компонент магнитной составляющей ПЭМП. Результативность выделения разломов по максимумам вертикальной составляющей  $A_z$  достигает 95% при количестве аномалий  $A_z$ , не находящихся геологического объяснения 15-20%. Техногенные объекты, трубопроводы, кабели находят свое четкое отражение в виде максимумов на кривых горизонтальной компоненты  $A_x$  и  $A_y$ .

По степени информативности для выявления разломов определяемые при атмогеохимической съемке газы образуют следующий ряд: водород (90%), радон (85%), метан (77%), этан (71%), ртуть (66%) и двуокись углерода (50%).



Таблица 4.1

№ п/п	измеряе- мый газ	Используемая аппаратура	Предел об- наружения	погреш- ность из- мерений	Методика измерений
1	Rn	РГА-500 Радиометр Rn «Альфарад»	100 Бк/м <sup>3</sup>	15%	МУ 2.6.1.2398-08, СП 11-102-97
2	Hg	АГП-01М	30·10 <sup>-9</sup> мг/л	20%	МВИ 1.172-93
3	CO <sub>2</sub>	Хроматограф ЦВЕТ-800	0,001 %	25%	МВИ 026-01-99, СП 11-102-97
4	CH <sub>4</sub>	Хроматограф ЦВЕТ-800 Газоанализатор Атест-1	1·10 <sup>-6</sup> %	25%	ПНД Ф 13.1:2:3.11-97, МВИ 026-02-99, СП 11-102-97
5	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Хроматограф ЦВЕТ-800	1·10 <sup>-6</sup> %	25%	ПНД Ф 13.1:2:3.11-97
6	H <sub>2</sub>	Хроматограф ЦВЕТ-800 Анализатор во- дорода ВГЗА	5·10 <sup>-5</sup> %	25%	-

В качестве вспомогательных методов при картировании зон молодых тектонических нарушений на территории города могут рекомендоваться сейсморазведка и георадиолокационная съемка.

Вопрос о необходимости учета зон ГДАР, как опасных для проживания человека неоднократно выносился на рассмотрение в комитетах по экологии Государственной думы (в 1994г.) и Законодательного собрания г.Санкт-Петербурга (2012 г.). При составлении планов застройки выделение и учет зон ГДАР предусмотрен при выполнении геофизических работ на стадии инженерно-геологических изысканий (СНИП 220195, 300195, 110295, 110296). В последних нормативных документах по строительным проектам (СП 22133302011, СП 13330212) такие работы, к сожалению, не предусматриваются.

Патогенный вклад зон ГДАР в состояние здоровья населения должен учитываться органами здравоохранения при организации медицинского обслуживания, разработке новых систем медицинского и экологического страхования.

В заключении представляем таблицу, в которой сведены воедино данные по георазведке, данные, полученные геофизическими методами, по форме растений, по заболеваемости, по количеству ДТП, а также на основе биолокации на участке протяжённостью в 5 км вдоль Гражданского проспекта в Санкт-Петербурге (таблица 4.2). Данные таблицы показывают высокую корреляцию месторасположения зон ГДАР и заболеваемости населения

Таблица 4.2

Критерии выделения зон ГДАР на примере исследования опорного профиля протяженностью в 5 км над линией метрополитена вдоль Гражданского проспекта в Санкт-Петербурге

Методы оценки местоположения ГАЗ	Количество аномалий		Общее	эффектив- ность метода (признака)
	в зонах разломов	вне зон раз- ломов		
Геологический метод				
Зоны повышенной трещи- новатости и смятия горных пород	20	0	20	100
Характерные неоднородно- сти в разрезе четвертичных отложений	18	3	21	90
Геофизические методы				
ССП (сейсморазведка)	17	3	20	88
ЕЭМИ-П (элетроразведка)	17	2	19	90
Эманиационная съемка (Rn)	10	3	13	74
Геобиологические методы				
Дихотомия деревьев	18	2	20	92
Симбиозы травянистых растений	16	11	27	70
По состоянию человека (населения)				
По заболеваемости				
Онкозаболеваемость	17	1	18	92
Детская смертность	12	0	12	84
Лейкозы	8	0	8	76
Болезнь Дауна	10	0	10	80
По числу ДТП	13	2	15	82
Биолокационная съемка				
- автомобильная	15	0	15	90
- пешеходная	20	5	25	90
Отрицательное ощущение человека	11	1	12	90
Замедление счета вну- треннего времени	14	0	14	88

**Примечания:** 1. Профиль был разделен на 50 интервалов одинаковой ширины, в 20 из них по геологическим данным установлены ГДАР, относительно которых оценивается эффективность остальных методов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На большом фактическом материале и при высоком уровне статистической значимости показано, что геологические неоднородности в строении земной коры, такие как зоны повышенной проницаемости и напряжений (зоны геодинамически активных разломов - ГДАР) являются зонами биологического дискомфорта и по своему отрицательному воздействию на биологические системы могут быть отнесены к геопатогенным зонам (ГПЗ). По негативному влиянию на биогенные системы, в частности, на здоровье человека, зоны ГДАР могут значительно, в несколько раз, превосходить отрицательное воздействие такого мощного антропогенного фактора, как зараженность территории выбросами крупных промышленных предприятий.

По данным исследований авторов и других ученых можно считать доказанным влияние зон ГДАР на онкологическую заболеваемость населения, увеличению в пределах ГДАР ишемии сердца, рассеянного склероза, детской смертности и заболеваемости детей врожденными пороками и другими болезнями.

Следует говорить и о влиянии этих зон на поведенческие функции человека, что приводит в условиях перепада градиента (при пересечении границ ГДАР) к травматизму людей и повышению дорожно-транспортных происшествий. Геопатогенная природа рассматриваемых зон проявляется и в развитии над ними морфозов древесных форм растительности, в снижении всхожести семян целого ряда овощных культур и ряда других проявлений.

В настоящее время отсутствует однозначное научное объяснение механизма воздействия зон повышенной проницаемости и напряжений земной коры на биологические системы. Поэтому первоочередной задачей проводимых в этой области научных исследований должны стать задачи по медико-биологическому картированию территорий и, в первую очередь, при составлении медико-географических карт, имеющих практическую направленность. Так, в пределах уже осуществленных застроек пространственное положение зон ГДАР может быть учтено для перепрофилирования зданий и сооружений (в первую очередь, детских, медицинских и других социальных учреждений) на экологически менее уязвимую форму деятельности, при планировании более рационального и направленного медицинского обслуживания населения. Более детальные планы зон ГДАР в пределах отдельных зданий и сооружений должны служить основанием для выбора оптимального варианта размещения помещений в жилых домах и лечебно-оздоровительных предприятиях, оборудования и рабочих мест в промышленных, учебных и культурно-просветительных учреждениях.

Содержащаяся в геолого-геофизических и медико-экологических картах информация о зонах ГДАР должна использоваться при выборе мест расположения жилых домов, детских, учебных, медицинских учреждений, производ-

ственных корпусов промышленных предприятий, в зависимости от их назначения, а на территориях сельскохозяйственных угодий - при выборе участков для размещения парниково-тепличных и животноводческих комплексов, а также для выращивания элитных сельхозкультур и посевного материала.

Обращает внимание одновременная приуроченность к зонам активных разломов очагов повышенной аварийности инженерных сооружений и заболеваемости людей. Указанная информация может быть использована и для планирования направлений скоростных автомагистралей, дорожных перекрестков и развязок, взлетно-посадочных полос и диспетчерских пунктов аэропредприятий, выбора участков строительства подземных и наземных сооружений особого назначения. В этой связи первоочередного более детального изучения в зонах ГДАР заслуживают, на наш взгляд структура естественных электромагнитных полей и глубинная дегазация водорода.

Работы по комплексному изучению ГДАР должны включать в свой состав:

- разработки и проведение комплексных медико-геологических исследований, ориентированных на реализацию мероприятий по снижению вредного воздействия геофизических факторов на здоровье населения, с привлечением к этой работе широкого круга специалистов от геологии, физики и медицины.
- внесение дополнений в нормативно-технические документы по проведению инженерно-геологических изысканий, предшествующих принятию планировочных решений по застройке, включению в них комплекса методов по картированию зон ГДАР, в пределах которых не должны размещаться жилые дома, социальные, детские и лечебные учреждения.
- создание комплекса нормативно-правовых документов, регламентирующих и являющихся основанием для проведения дальнейших исследований и реализацией мероприятий, способствующих повышению уровня защиты, качества и здоровья населения, проживающих в зонах ГДАР.

Дальнейшее изучение зон ГДАР и связанных с ними геофизических и геохимических аномалий специалистами различных научных направлений позволит приблизиться к пониманию их природы, механизма воздействия на живые организмы и на этой основе приступить к разработке конкретных профилактических мероприятий диагностического и лечебного характера, а также мер и способов нейтрализации негативного влияния зон ГДАР на объекты живой природы и, в первую очередь, на человека.

Авторы настоящего пособия считают, что их работа, связанная с обобщением данных и проведением дополнительных инструментальных измерений, является лишь началом серьезных фундаментальных исследований в данной области.

*Словарь геоэкологических терминов и значений,  
используемых в этом пособии как они понимаются в научной,  
так и в популярной литературе и др. источниках*

**Активный разлом** — это зона концентрации тектонических напряжений и зона повышенных деформаций породного массива. Тектонический разлом, в зоне которого за четвертичный период геологического развития произошло относительное перемещение примыкающих блоков земной коры на 0,5 м и более или наблюдаются их относительные смещения со скоростями современных движений 5мм/год и более.

**Аномальная зона** — область, где долгое время с некоторой регулярностью наблюдаются аномальные явления, нехарактерные для данной местности. В геофизике под А.З. понимают группу из нескольких аномальных полей и полос единой физической и предположительно общей геологической природы, территориально объединенных в одну региональную систему отчетливо линейного характера и нередко расположенных на фоне единой региональной аномалии. А.З. можно рассматривать как систему аномалий одного типа, связанных с рядом рудных районов, зон и полей, занимающих общую площадь в десятки и сотни тысяч км<sup>2</sup>. Примерами систем такого рода могут служить Криворожская и Тургайская зоны магнитных аномалий.

**Антропогенное (техногенное) загрязнение** — загрязнение окружающей среды, возникающее в результате хозяйственной деятельности людей, в том числе их прямого или косвенного влияния на состав и концентрацию природных веществ в результате выбросов антропогенных загрязнителей. В настоящее время общая мощность источников антропогенного загрязнения во многих случаях превосходит мощность естественных. Загрязняющие вещества, возникшие в результате хозяйственной деятельности человека, и их влияние на среду очень разнообразны. К ним относятся: соединения углерода, серы, азота, тяжелые металлы, различные органические вещества, искусственно созданные материалы, радиоактивные элементы и многое другое.

**Атмогеохимическая съёмка** основана на исследовании химического состава газов приземного слоя, насыщающих горные породы — углекислого газа, метана, сероводорода, сернистого газа, паров ртути и некоторых других газов. Важное практическое значение имеет большая проникающая способность газовых компонентов, мигрирующих на значительные расстояния от рудных тел через перекрывающие толщи рыхлых отложений. Атмохимические методы в целом являются косвенными, однако тщательный анализ физико-химических условий образования газовых ореолов часто дает достаточные основания для уверенной геологической интерпретации выявленных аномалий и установления связи с месторождениями.



**Биолокация (лозоходство, лозоискательство, даузинг)** – эмпирический метод поиска вод и рудных месторождений, геологического картирования, обнаружения ГАЗ и элементов их структуры, основанный на высокой чувствительности организма человека к действию разных естественных сверхслабых геофизических полей и их градиентам, независимо от величины и характеристики сигнала.

**Биота** – совокупность видов растений, животных и микроорганизмов, объединенных общей областью распространения.

**Брекчия** (итал. breccia) — горная порода, сложенная из угловатых обломков (размерами от 1 см и более) и сцементированная. Другой распространённый тип грубообломочных пород – конгломерат – отличается от брекчии окатанной формой обломков.

**Водородное охрупчивание** [hydrogen embrittlement] – повышение хрупкости металлов и сплавов под влиянием водорода. Различают два вида водородного охрупчивания: обусловленное источниками повышение содержания водорода, имеющимися в исходном металле до какого-либо приложения напряжений или под действием источников с повышенным содержанием водорода под действием напряжений или (и) пластической деформации (например, диффузия атомного водорода в поле напряжений к дефектам кристаллического строения, насыщенного водородом из внешней среды, в частности в результате коррозии и др.)

**Геоактивная зона** – участок земли, на котором отмечается активное специфическое влияние геологических факторов на человека и другие живые организмы область Земли, носящая аномальный характер, в ней замечается активное влияние неизвестной природы на человеческий, животный организмы и на растения.

**Геодинамически активный разлом (ГДАР).** Под ГДАР в геодинамике понимаются прорастающие в современный период развития разломы земной коры, отличающиеся более активным развитием деформаций геологической среды вдоль их створных направлений, высокой концентрацией напряжений и повышенной проницаемостью недр вдоль их простираения, развитием структурных изменений примыкающих к ним участков горного массива.

**Геодинамические зоны** – тектонические структуры, активные в четвертичном периоде геологического развития.

**Геопатогенная зона** – природная биологически дискомфортная территория, обусловленная изначально существующими неоднородностями геологического состава и строения земной коры. Обычно геопатогенные зоны расположены на участках повышенного карстообразования, над долинами палеорек, исчезнувших в прошлые геологические эпохи, и даже там, где грунтовые воды стоят близко к земной поверхности.

**Георадиолокация** (подповерхностное радиолокационное зондирование) — геофизический метод, основанный на излучении импульсов электромагнитных волн и регистрации сигналов, отраженных от различных объектов зондируемой среды. Прибор, в котором реализованы принципы георадиолокации, называется георадаром. Основные его элементы — импульсный генератор с передающей антенной, приемная антенна и блок управления.

**Геосалюберогенная зона** — природная биологически комфортная территория, обусловленная изначально существующими неоднородностями геологического состава и строения земной коры.

**Гиблое место** — грозящее гибелью, опасное, труднодоступное. Труднопроходимый участок дороги.

**Горст** (нем. Horst), приподнятый над смежными участками, обычно вытянутый, участок земной коры, ограниченный круто наклоненными разрывами сбросами или взбросами. Размеры горст различны — до многих десятков км в поперечнике и сотен км в длину.

**Грабен** (от нем. Graben, букв. — ров) — опущенный участок земной коры, ограниченный сбросами или (реже) взбросами. Характерные примеры — впадина оз. Байкал, Красное море. Грабены возникают в результате вертикального перемещения блоков земной коры по разрывным тектоническим нарушениям.

**Гравиразведка (гравиметрическая разведка)** — геофизический метод, основанный на изучении естественного поля силы тяжести на земной поверхности. Информация об элементах этого поля позволяет по распределению в земной коре геологических тел различать плотности, устанавливать глубинное строение изучаемых площадей. Физической основой метода является закон всемирного тяготения Исаака Ньютона, в соответствии с которым разные по плотности горные породы создают различные изменения в гравитационном поле. Горные породы имеют определенные и устойчивые плотностные характеристики, определенные сочетания которых создают характерные гравитационные поля. Гравитационное поле характеризуется силой тяжести — модулем напряженности гравитационного поля и вторыми производными потенциалами силы тяжести.

**Градиент тектонических движений** — изменение амплитуды тектонического перемещения маркирующей поверхности на единице расстояния и времени.

**Девон** — четвертый по древности геологический период палеозойской эры, длившийся от 408 до 360 млн. лет назад. Его иногда называют эпохой рыб. Сохранившиеся от этого периода многочисленные остатки морских и пресноводных рыб включают как бесчелюстные виды, так и предшественников современных рыб. Первое из известных наземных позвоночных, ихтиостега, появилось в этот период.

**Диктионемовые сланцы** – верхние отложения кембрийской системы, развиты в Эстляндии, Лифляндии и части Петербургской губ.; представляют глинистые массы, сланцеватые, черного цвета (присутствие смолистых веществ) или буро-красного с конкрециями антраконита, марказита и пирита и с остатками Dictyonema (граптолиты). Эти породы, содержат уран в концентрации, в 10—100 раз превышающей предельно допустимую норму.

**Заверочное бурение** – бурение скважины на месте предположительного строительства колодца для подтверждения желаемой водоотдачи, отбора воды на анализ, для выявления наличия пластов известняка или плывунов (**Плывуны** - водонасыщенные и рыхлые породы, обычно пески, которые при вскрытии различными выработками разжижаются, приходят в движение и ведут себя подобно тяжёлой вязкой жидкости).

**Земная радиация** – энергия, излучаемая земной поверхностью. В основном это длинноволновые и инфракрасные (тепловые) лучи. Земля, получая солнечную энергию, нагревается и сама становится источником излучения тепла в мировое пространство. Обычно она достигает 0,15—0,18 калорий с 1 см<sup>2</sup> поверхности в 1 мин. Но, действуя непрерывно, она может дать значительный тепловой эффект.

**Зоны сопряжения (пересечения) разнонаправленных геодинамически активных разломов** представляют собой наиболее опасные участки недр, характеризующиеся самыми высокими рисками развития опасных геодинамических процессов и явлений, проявления горных и горно-тектонических ударов на подземных горных работах

**Карстование** – совокупность процессов и явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа, возникающих на местностях, сложенных сравнительно легко растворимыми в воде горными породами – гипсами, известняками, мраморами, доломитами и каменной солью.

**Кливаж** (франц. clivage – расслаивание, расщепление), расщепление горных пород на тонкие пластины, наблюдаемое в местах распространения линейных складок слоев земной коры, которые возникают вследствие тектонических движений.

**Лей-линии**, или **леи**, они же известны как «**The Old Straight Track**» (**Старая прямая дорога**) – то, что можно назвать «путём перемещения Силы». Той Силы, которая непосредственно связана с местами силы.

**Линеаменты** – (лат. lineamentum – линия, контур), линейные и дугообразные элементы рельефа планетарного масштаба, связанные с глубинными разломами; линия на карте, схеме, отражающая приповерхностную часть разрывного нарушения (разлома, крупной трещины).

**Литосферная плита** – наиболее крупный и устойчивый сегмент литосферы.

**Лозоходство** – древний способ определения местонахождения подземных вод или полезных ископаемых с помощью так называемой лозы – специального приспособления в виде раздвоенной ветки дерева; в современном языке чаще используется понятие биолокация (см.) Лозоход, лозоходец – тот, кто с помощью лозы определяет местонахождения подземных вод или полезных ископаемых. Лозоход проходит по месту предполагаемого нахождения воды, над водой лоза начинает вращаться.

**Межразломные структурные блоки** представляют собой часть геологической среды, расположенной между тектоническими нарушениями. Они отличаются относительной консервативностью геодинамического поведения, более стабильными и выдержанными геодинамическими характеристиками. Ведение горных работ во внутренних частях структурных блоков наиболее безопасно, развитие непредсказуемых геодинамических процессов в этих местах маловероятно.

**Места силы** – особые места Земли, на которых ощущается сильное воздействие, которое может проявляться как на физическом, так и на эмоциональном уровне. Характер такого воздействия может быть как положительным, так и отрицательным.

**Морфозы** (от греч. morphosis – вид, образ), ненаследственные изменения (модификации), вызванные экстремальными или необычными для вида факторами внешней среды. Морфозы могут быть индуцированы облучением (рентгеноморфозы) или химическими веществами (хемоморфозы). Характерная особенность морфозов – их ненаследуемый, неадаптивный и, как правило, необратимый характер. Морфозы рассматриваются как «уродства», не свойственные виду в норме.

**Ордовик** – второй период палеозойской эры, между 505 и 438 млн. лет назад. Вся фауна была ограничена морем. Водоемы были населены многочисленными представителями беспозвоночных, включая трилобитов, граптолитов, моллюсков и иглокожих. Останки бесчелюстных рыбообразных в прибрежных отложениях свидетельствуют о появлении первых позвоночных во времена этого периода.

**Палеодолина** – это старая погребённая долина реки или другого водотока, где содержатся более рыхлые обводнённые породы.

**Радиомагнитотеллурический (РМТ) метод** основан на изучении электромагнитных полей сверхдлинноволнового (СДВ) 10-30 кГц, длинноволнового 30-300 кГц и средневолнового 300-1000 кГц диапазонов. В диапазоне частот 10-1000 кГц имеется возможность исследовать геоэлектрический разрез на глубину от 1-2 м до 100 м. (глубинность исследования зависит от величины удельного сопротивления пород). Наибольшая глубина изучения разреза обеспечивается при использовании полей СДВ-радиостанций. Благоприятными условиями для применения метода РМТ при изучении коренных пород являются высокое удельное элек-

трическое сопротивление и малая мощность рыхлых перекрывающих отложений. При повышенных значениях удельного сопротивления пород достигается наибольшая глубина изучения разреза. В районах распространения пород низкого удельного сопротивления метод обладает малой глубиной изучения разреза.

**Разлом со смещением по падению** – такой разлом, в котором основное направление движения происходит в вертикальной плоскости.

**Разрывные тектонические нарушения** образуются в результате раскалывания горных пород крупными трещинами на блоки, которые перемещаются вдоль трещин относительно друг друга с образованием разрывных структур. Эти нарушения могут возникнуть при интенсивном сдавливании или наоборот, при растягивании пород.

**Решетчатые энергетические сетки** (ортогональные сетки Хартмана с расстоянием 2х2,5 м, Швейцера – 16х16 м и диагональная сетка Курри с расстоянием между патогенными линиями 3,75 или 7,5 м), выделяются лишь с помощью биолокации (без подтверждения инструментальными методами) и в настоящей работе не рассматриваются

**Святое место** – категория, обозначающая свойство, обладание которым ставит объект в положение исключительной значимости, непреходящей ценности и на этом основании требует благоговейного к нему отношения.

**Сдвиг** – такой разлом, в котором основное направление движения происходит в горизонтальной плоскости.

**Сейсмической опасностью** обладает горно-складчатая область или активная платформа, в пределах которых могут произойти землетрясения. Ежегодно на Земле регистрируется свыше 1 млн. подземных толчков. К счастью, немногие из них бывают достаточно сильными и происходят на населенных территориях.

**Сейсморазведка** — геофизический метод разведки, основанный на изучении распространения в земной коре упругих волн, вызванных взрывом или ударом; упругие волны распространяются во все стороны от источника и проникают в толщу земной коры. Здесь они претерпевают отражение и преломление и частично возвращаются к поверхности земли, где регистрируются сейсморазведочной станцией. Измеряя время распространения волн и изучая характер колебаний, можно определить глубину залегания и форму тех геологических границ, на которых произошло преломление или отражение волны, а также судить о составе горных пород, через которые волна прошла на своем пути.

**Сетка Курри** – диагональная энергосиловая структура в виде сетки, наложенная на Землю. Сеть ориентирована с северо-востока на юго-запад и имеет размер 5х6 м (*Манфред Курри (Manfred Curry), доктор медицины, возглавлявший медико-биологический институт в Баварии, в 1950 году пришел к выводу о тесной связи ГПЗ с возникновением*



онкологических заболеваний. Карри считал, что фактором, провоцирующим онкологические заболевания, является “теллурическая радиация”, которая связана с наличием подземных вод, и с особой энергетической сеткой Земли).

**Сетка Хартмана** – энергосиловая структура в виде сетки, наложенная на Землю. Сетка ориентирована точно по сторонам света с севера на юг и с востока на запад и имеет размер ячеек – 2х2,5 метра. Линии решетки в принципе безопасны, зато в узлах вредность излучений резко возрастает, в особенности если узел Хартмана сопряжен с другим источником вредоносной радиации — узлом Курри. Было выявлено около 20 различных «сеток», наиболее известными из которых являются: сетка Ф. Пейро (4х4 м), З. Виттмана (16 х16 м), М. Курри (5х6 м) и ряд других. Эти сетки определяются с помощью биолокационного метода, которому ученые не склонны доверять, так как он не имеет должного научного обоснования и слишком субъективен (*Доктор Эрнст Хартман (1915—1992), руководитель находящегося в Германии авторитетного института по геобиологическим исследованиям, в конце 1940-х годов исследовал влияние геопатогенных зон на человека. Результатом многочисленных исследований доктора Хартмана (1950 год) стал 600-страничный рапорт, который описывает влияние геопатогенных зон на развитие рака у больных. В своём труде доктор Хартман называет рак болезнью месторасположения. Он отмечает, что геопатогенные зоны угнетают иммунную систему, тем самым снижая сопротивляемость организма к различным заболеваниям. В 1960 году вышла в свет книга доктора Хартмана «Заболевания как проблема месторасположения»*).

**Складкообразование** – результат постоянного тектонического движения в земной коре

**Тектоника литосферных плит** – это основной процесс, который в значительной степени формирует облик Земли. Слово «тектоника» происходит от греческого «тектон» – «строитель» или «плотник», плитами же в тектонике называют куски литосферы. Согласно этой геодинамической теории, объясняющей движение, деформацию и сейсмическую активность верхней оболочки Земли, литосфера образована гигантскими плитами, которые придают нашей планете мозаичную структуру. По поверхности Земли движутся не континенты, а литосферные плиты. Медленно передвигаясь, они увлекают за собой континенты и океаническое дно. Плиты сталкиваются друг с другом, выдавливая земную твердь в виде горных хребтов и горных систем, или продавливаются вглубь, создавая сверхглубокие впадины в океане. Их могучая деятельность прерывается лишь краткими катастрофическими событиями – землетрясениями и извержениями вулканов. Почти вся геологическая активность сосредоточена вдоль границ плит.

**Тектонические движения** (от греч. tektonikos созидательный) – разнообразные по направлению и интенсивности движения земной коры, вызывающие её деформации или разрывы слоев. Основными видами таких движений являются колебательные движения земной коры, происходящие повсеместно и постоянно с различной интенсивностью, складчатые движения, движения, вызывающие образование изгибов горных пород, разрывные движения, порождающие образование в земной коре разломов, сбросов, надвигов и т. п.

**Тектонические напряжения** различного рода возникают при движении земной коры, что приводит к нарушению сплошности в породах. В этих местах в породах возникают ослабленные зоны, легко поддающиеся воздействию выветривания, поэтому они играют важную роль в формировании рельефа и гидрографической сети.

**Тектонический разлом** – зона нарушения сплошности земной коры, деформационный шов, разделяющий породный массив на два блока. Тектонические разломы присутствуют в любом горном массиве, на любой территории. Именно к тектоническим разломам, чаще всего, приурочены месторождения полезных ископаемых – металлических руд, углеводородов, подземных вод и др. В то же время они приводят к формированию зон экологического риска, обусловленных нарушениями окружающей среды (оползни, карст и др.) и опасным уровнем концентрации в почвах ряда химических элементов. Для зон разрывных нарушений характерна повышенная трещиноватость, дезинтеграция и водонасыщенность пород. Вдоль них активно развивается карст, наблюдаются интенсивные водоперетоки, устанавливается гидравлическая связь поверхностных и подземных вод. В результате всех этих явлений в зонах динамического влияния разрывных нарушений наблюдается разуплотнение и оседание несущих грунтов, инфильтрация поверхностных загрязнителей в водоносные горизонты питьевого назначения, формирование ландшафтных аномалий с высокими концентрациями химических элементов и веществ различных классов опасности на геохимических барьерах.

**Терригенные отложения** – обломочный материал, образованный в результате выветривания, эрозии и денудации из больших и малых частиц различных горных пород и минералов суши. Образуются как в водоёмах (морских и пресноводных), так и в наземных условиях.

**Трещиноватость** – свойство горных пород, нарушенность монолитности породы трещинами; этим термином также называется совокупность трещин в породном массиве. Трещины представляют собой плоские разрывы сплошной среды в случае, если их величина на порядок и больше превосходит межатомные расстояния в кристаллической решетке. Выделяют трещины трех порядков: 1) трещины первого порядка – вну-

трикристаллические, возникают в процессе роста и развития кристалла; 2) трещины второго порядка – между кристаллами и в соединяющем отдельные кристаллы межкристаллическом цементе; 3) трещины третьего порядка образуются в результате тектонических процессов и при ведении горных работ. Поэтому при взрывной отбойке учитывают естественную трещиноватость как начальную, и возникающую при работе техники как дополнительную.

**Шкала Рихтера** – классификация землетрясений по магнитудам, основанная на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при землетрясениях. В шкале использован логарифмический масштаб, так что каждое целое значение в масштабе указывает на землетрясение в десять раз большее по мощности, чем предыдущее. Соотношение между магнитудой землетрясения и его силой в эпицентре по 12-балльной шкале зависит от глубины очага. Шкала названа именем американского сейсмолога Чарльза Рихтера (1890-1985).

**Электроразведка (электрическая разведка)** – группа методов разведочной геофизики, основана на изучении естественных или искусственно возбуждаемых электрических и электромагнитных полей в земной коре. Физическая основа — различие горных пород и руд по их удельному электрическому сопротивлению, диэлектрической проницаемости, магнитной восприимчивости и другим свойствам. Электроразведочная аппаратура состоит из источников тока, источников электромагнитного поля и измерительных устройств. Источники тока — батареи сухих элементов, генераторы и аккумуляторы; источники поля — заземлённые на концах линии или незаземлённые контуры, питаемые постоянным или переменным током. Измерительные устройства состоят из входного преобразователя (датчика поля), системы промежуточных преобразователей сигнала, преобразовывающей сигнал для его регистрации и фильтрующей помехи, и выходного устройства, обеспечивающего измерение сигнала. Электроразведочная аппаратура, предназначенная для изучения геологического разреза на глубине, не превышающей 1—2 км, изготавливается в виде лёгких переносимых комплектов.

## ИСТОЧНИКИ

1. Брунов В.В. Влияние гео- и технопатогенных зон на различные аспекты жизнедеятельности. Москва. 2006.
2. Дубров А.П. Биологическая геофизика. Поля, Земля, Человек и Космос. Москва. 2009.
3. Ковалева Н.В., Альвовский И.К., Мельников Е.К. Медико-генетическая индикация зон дискомфорта проживания: показания к верификации молекулярно-генетическими методами. СПб. 2013.
4. Кузьмин Ю.О., Жуков В.С. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород. Москва. 2004.
5. Мельников Е.К., Мусийчук Ю.И., Потифоров А.И., Рудник В.А., Рымарев В.И. Геопатогенные зоны. Миф и реальность. СПб.1993.
6. Мельников Е.К., Мусийчук Ю.И., Рудник В.А., Рымарев В.И. и др. Зоны биологического дискомфорта, связанные с геологическими неоднородностями и их влияние на развитие онкозаболеваний в Санкт-Петербурге. Вопросы онкологии, № 1-3. 1994.
7. Мельников Е.К., Мусийчук Ю.И. Комбинированное влияние антропогенных и геологических факторов на частоту опухолей в крупном городе. «Экологическая безопасность города». СПб.1993.
8. Мельников Е.К., Шабаров А.Н. Изменение численности населения городов России в зависимости от их размещения относительно региональных зон разломов. Материалы международной конференции «Город и геологические опасности». СПб. 2006.
9. Мельников Е.К., Шабаров А.Н. Оценка роли геодинамического фактора в аварийности трубопроводных систем. СПб. 2005.
10. Мельников Е.К., Шабаров А.Н., Петров Е.И., Сивашенко П.П. Влияние геодинамически активных зон разломов на здоровье население города Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Материалы международной конференции «Город и геологические опасности». СПб. 2006.
11. Рудник В.А., Мельников Е.К. О геологической опасности городских агломераций. СПб. 2006.
12. Мельников Е.К. Зоны биологического дискомфорта, связанные с неоднородностями в геологическом строении земной коры. СПб. 2008.
13. Мельников Е.К., Смирнова С.А. Геодинамически активные разломы и их влияние на расселение человека и состояние его здоровья. Вестник Петровской академии наук. 2013.
14. Резункова О.П., Резунков А.Г. Влияние энергоактивных зон на организмы. СПб. 2013.
15. Сивашенко П.П., Мельников Е.К. Влияние геодинамически активных зон геологических разломов на процессы адаптации кадет в общеобразовательных военно-учебных заведениях СПб.2007.



16. СП 22.13330.2011. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП 11-7-81. Москва. 2011.
17. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. Москва. 2013.
18. СНиПы 2201-95, 300195, 110295. Инженерно-геологические изыскания для строительства (геофизика).
19. Яковлев Д.В., Шабаров А.Н., Гусева Н.В., Седых А.Д., Дедиков Е.В. Система обеспечения геодинамической и экологической безопасности при проектировании и эксплуатации объектов ТЭК. СПб. 2001.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:**

1. Основные понятия и характеристики зон ГДАР
2. Зоны ГДАР и природные явления
3. Влияние зон ГДАР на аварийность инженерных сооружений
4. Установите связь зоны ГДАР и аварийность на дорогах
5. Влияние зон ГДАР на растения и животных
6. Влияние зон ГДАР на состояние здоровья населения проживающего в их пределах
7. Раскройте причинно-следственную связь между фактором (ГДАР) и нарушением здоровья в популяции
8. Основные методы определения и картирования зон ГДАР

**Для заметок:**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА	3
ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	7
1. ЗОНЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАЗЛОМОВ (ГДАР)	8
1.1. Общая характеристика, ранжирование ГДАР по масштабу проявления	8
1.2. Характеристика приуроченных к зонам ГДАР геоморфологических, геофизических и геохимических аномалий	15
1.3. Зоны ГДАР и природные явления	20
1.4. Сейсмическая опасность ГДАР	20
1.5. Энергетическая опасность зон ГДАР	22
1.6. Сдвигово-деформационная опасность ГДАР	22
1.7. Коррозийно-электромагнитная опасность ГДАР	23
1.8. Геохимическая (атмохимическая) опасность ГДАР	24
2. ВЛИЯНИЕ ЗОН ГДАР НА АВАРИЙНОСТЬ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ	25
3. ВЛИЯНИЕ ЗОН ГДАР И СВЯЗАННЫХ С НИМИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА БИОТУ И НА ЧЕЛОВЕКА	27
3.1. Влияние зон ГДАР на растения и животных	27
3.2. Влияние зон ГДАР на состояние здоровья проживающего в их пределах населения	29
3.3. Влияние зон ГДАР и связанных с ними электромагнитных излучений на физическое и психическое состояние одновозрастных и в исходном состоянии в одинаковой степени физически здоровых коллективов	42
3.4. Зоны ГДАР и аварийность на дорогах	46
4. КОМПЛЕКС МЕТОДОВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И КАРТИРОВАНИЯ ЗОН ГДАР	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
Словарь геоэкологических терминов и значений	61
ИСТОЧНИКИ	70
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ	72



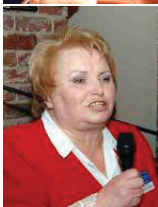
## АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ



Мельников Евгений Константинович — член Петровской АН, кандидат геол.-мин.наук, Заслуженный геолог России, ведущий научный сотрудник лаборатории геодинамики Научного центра Национального минерально-сырьевого университета «Горный», Россия, 199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, д.2



Меткин Николай Павлович — акад.ЕАЕН, проф., доктор техн.наук, Ген.директор СПб ассоциации предприятий радиоэлектроники, 195271, Кондратьевский пр., 72



Пивоварова Галина Михайловна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения ЛФ СЗГМУ, 195067, Санкт-Петербург, Пискаревский просп., 47



Фридман Кирилл Борисович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой коммунальной гигиены СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 195067, Санкт-Петербург, Пискаревский просп., 47



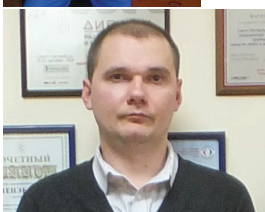
Резунков Андрей Геннадьевич — член РГО, доктор философии, директор по работе с системой образования СПб ассоциации предприятия радиоэлектроники, 195271, Кондратьевский пр., 72



Резункова Ольга Петровна — чл.корр. РАЕН, канд. биол.наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности СПбГУТ, начальник отдела организации НИР Смольного института РАО, 195197, СПб, Полюстровский пр., 59



Кондрич Михаил Фёдорович — зав. лабораторией геопатогенных зон кафедры коммунальной гигиены СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 195067, Санкт-Петербург, Пискаревский просп., 47



Носков Сергей Николаевич — кандидат медицинских наук, доцент кафедры коммунальной гигиены СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 195067, Санкт-Петербург, Пискаревский просп., 47.

Е.К.Мельников, Г.М.Пивоварова, Н.П.Меткин, К.Б.Фридман, О.П.Резункова, А.Г.Резунков, М.Ф.Кондрич, С.Н.Носков. **Зоны геодинамически активных разломов и их влияние на здоровье человека.** Учебно-методическое пособие. – СПб.: 2013. – 76 с.

Технический редактор - Резунков А.Г.

Авторский коллектив выражает благодарность Пановой Л.М. за подготовку графиков, карт и планов разрезов

Подписано в печать 25.12.2013 г. Формат 60х84/16,  
Бумага типографская. Гарнитура Time new roman.  
Печать офсетная. Тираж 500.

ООО Издательство “Ладога-100”  
117525, Москва, ул. Днепропетровская, д. 3, корп. 5  
Тел.: (965) 291-58-22  
<http://ladoga-100.ru>  
e-mail: [books@ladoga100.ru](mailto:books@ladoga100.ru)

Отпечатано с готового оригинал-макета в  
ЗАО “Новые печатные технологии”  
115598, Москва, ул. Загорьевская, д. 10, корп. 4  
тел.: (495) 223-92-00