

Пермский государственный медицинский
университет имени академика Е.А. Вагнера
Пермский государственный национальный
исследовательский университет

Т.В. Зуева, С.А. Двинских, А.В. Минкина

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ АДМИНИСТРАТИВНОГО ДЕЛЕНИЯ РАЗНОГО УРОВНЯ

Монография

RU
science
RUS-SCIENCE.RU
Москва
2024

УДК 504.075

ББК 20.18

3-93

Рецензенты:

- А.В. Бражкин**, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», д-р мед. наук,
Е.А. Хайрулина, директор Естественнонаучного института пермского государственного национального исследовательского университета, д-р геогр. наук, доц.,
А.П. Лепихин, зав. лабораторией проблем гидрологии суши, д-р. геогр. наук, проф.

Авторы:

- Т.В. Зуева**, доцент ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, канд. мед. наук
С.А. Двинских, профессор Пермского государственного национального исследовательского университета, заслуженный работник высшей школы, академик МАНЭБ, д-р геогр. наук
А.В. Минкина, гидролог, преподаватель-исследователь

Зуева, Татьяна Вениаминовна.

3-93

Подход к оценке экологического состояния территорий административного деления разного уровня : монография / Т.В. Зуева, С.А. Двинских, А.В. Минкина. — Москва : РУСАЙНС, 2024. — 230 с.

ISBN 978-5-466-06403-2

Монография посвящена разработке методического подхода к оценке экологического состояния (ЭС) территории, индикатором которого является здоровье человека. Работа состоит из двух частей. Первая часть посвящена оценке ЭС на уровне региона. Рассмотрены теоретические и методические основы анализа окружающей среды, социальных условий, здоровья населения на основе интегрального индекса экологического благополучия. Во второй части объект исследования – административный район города. В основе лежат эмпирические исследования. Показан механизм их проведения на примере г. Перми. В монографии предлагаются конкретные мероприятия по улучшению ЭС и здоровья населения.

Материалы представляют интерес для ученых, специалистов в области охраны природы, медико-профилактических учреждений, студентов.

Ключевые слова: индекс, экологическое благополучие, техногенные нагрузки, социальные условия, заболеваемость, методические основы, анализ.

УДК 504.075

ББК 20.18

© Зуева Т.В., Двинских С.А.,
Минкина А.В., 2024

© ООО «РУСАЙНС», 2024

ISBN 978-5-466-06403-2

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ЧАСТЬ 1. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ НА УРОВНЕ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ).....	10
Глава 1. Оценка экологического состояния территории	10
1.1. Подход к оценке экологического состояния территории региона	10
1.2. Методический подход к разработке интегрального индекса экологического благополучия.....	21
Глава 2. Экологическое состояние компонентов природной среды Пермского края	32
2.1. Атмосферный воздух	33
2.2. Поверхностные водные объекты	43
2.3. Состояние почв.....	55
2.4. Лесная растительность.....	66
2.5. Интегральный индекс экологического благополучия территории	72
2.6. Природные комплексы Пермского края и их экологическое состояние	75
Глава 3. Роль экологического состояния окружающей среды и социальных условий в формирования здоровья населения	82
3.1. Особенности состояния здоровья населения Пермского края	83
3.2. Социальные условия и их влияние на здоровье населения	96
Глава 4. Влияние экологического состояния природных комплексов на формирование природно-очаговой заболеваемости	105
4.1. Вирусные природно-очаговые инфекции	106
4.2. Паразитарные природно-очаговые инфекции	109
4.3. Роль экологического состояния природных комплексов и их компонентов в распространенности природно-очаговой заболеваемости	112
Глава 5. Экологическая политика	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	135
ЧАСТЬ 2. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КИРОВСКОГО РАЙОНА Г. ПЕРМИ, СВЯЗЬ С ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ.....	141
Глава 1. Характеристика объекта исследований.....	145
1.1. Природные условия	145

1.2. Техногенные факторы, участвующие в формировании экологической обстановки Кировского района.....	157
1.2.1. Источники загрязнения атмосферного воздуха и пространственное распределение антропогенной нагрузки на атмосферный воздух по территории района.....	158
1.2.3. Современная характеристика поверхностных и подземных вод	178
Глава 2. Здоровье населения	206
2.1. Состояние здоровья детского населения.....	208
2.2. Влияние экологического состояния территории на уровень заболеваемости детского населения	210
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	215
Список литературы	218

ВВЕДЕНИЕ

Ухудшение экологического состояния природных компонентов территорий разного административного подчинения связано с интенсивным техногенным воздействием на окружающую среду и ростом заболеваемости населения. В настоящее время в практике природопользования отсутствует единый, общепринятый метод интегральной оценки, как экологического состояния (ЭС) территорий, так и социальных условий жизни населения. Большая часть существующих показателей (индексов) рассматривает лишь отдельные составляющие общего ЭС и обычно опирается на данные мониторинга. Мы считаем, что для большого региона (например, для Пермского края) за основу оценки ЭС территории целесообразно принимать техногенное воздействие с обязательным учётом последствий этого воздействия на здоровье населения.

В 1972 году международная общественная организация «Римский клуб» выпустила доклад – знаменитые «Пределы роста» (The Limitto Growth) (Медоуз с соавт., 1994) – результаты математического моделирования исчерпания природных ресурсов вследствие роста населения. Модель содержала 12 сценариев, пять из которых описывали катастрофическое снижение населения до 1-3 млрд. человек из-за избыточного роста потребления, а семь сценариев были благоприятнее и опирались на повышение экологической, демографической и социальной осознанности человечества. В том же 1972 году была создана Программа Организации Объединенных Наций (ООН) по окружающей среде, положившая начало обсуждению экологических проблем на глобальном уровне. Результат – глобальный проект «Устойчивое развитие». Устойчивое развитие – комплекс мер, нацеленных на удовлетворение текущих потребностей человека при сохранении окружающей среды и ресурсов, то есть без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Устойчивое развитие возможно при равновесии трех основных составляющих: экономический рост, социальная ответственность и экологический баланс. Составной частью экологического баланса является рациональное природопользование. Оно предполагает такое использование природных ресурсов, при котором негативные последствия антропогенного влияния не имеют места. В связи с этим особое значение приобретают вопросы управления, связанные с регулированием взаимодействия объекта (природа) и субъекта (человека) и возникающих в результате субъект-объектных отношений (Медоуз с соавт., 1994). На рисунке 1 они представлены в виде блоков. Пер-

вый включает объекты, являющиеся основными соподчиненными компонентами природы: ведущие (геологическое строение и рельеф; климат, поверхностные и подземные воды) и ведомые (почвы, растительность и животный мир). Второй блок включает субъекты и их возможные действия на объекты, входящие в первый блок, который представлен частными блоками, включающими естественные и техногенные составляющие. Они двояко влияют на объект: непосредственно и опосредованно (например, поверхностный сток взвешенных веществ может увеличиваться вследствие вспашки территории). Третий блок включает систему, изменившуюся в результате ее функционирования, осуществления объект-субъектных связей. Этот блок, являясь результатом объект-субъектных отношений, не остается пассивным: его составляющие, в свою очередь, воздействуют на объект (обратная связь), заставляя последний функционировать в изменившихся условиях (рис. 1).

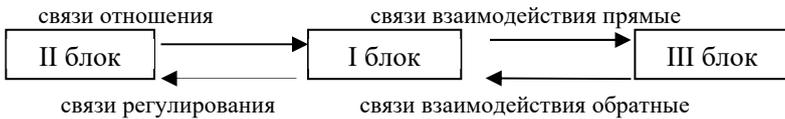


Рисунок 1 – Схема функционирования природной системы

Эти блоки можно рассматривать как совокупность базиса (I блок-объект) и факторов (II и III блоки – субъект и соподчиненные компоненты, связанных между собой отношением, взаимодействием и регулированием). Роль вторых и третьих блоков будет зависеть от характера воздействия на объект. Если субъект включает не только естественную, но и антропогенную составляющую, превышающую по силе влияния природную и приводящую к экологическим нарушениям, то система практически становится незамкнутой, т. е. ослабляются связи субъект-объект (рис.2). Преобразование объекта происходит в основном за счет перехода количественных изменений в качественные.



Рисунок 2 – Схема функционирования геосистемы при сильном антропогенном воздействии

В результате этих изменений система меняет первоначальную направленность своего развития и теряет экологическое равновесие.

Чем больше изменяется объект, тем ближе система подходит к экологическому кризису (проблемы Арала, Севана, Байкала и др.). Для ликвидации кризисных ситуаций человек вынужден создавать еще один вид связей – между I и III блоками – связи приспособления (рис. 3).

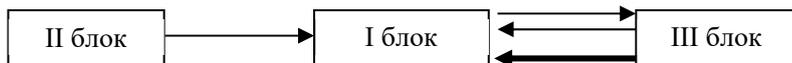


Рисунок 3 – Схема функционирования системы при наличии связей приспособления (←—→)

Большинство разрабатываемых в настоящее время мероприятий (переброска стока, строительство очистных сооружений, дамбы на Каспии и т. д.) позволяет лишь приспособить изменившиеся условия (III блок) к природной среде (I блок). Однако, как показывает практика, связи приспособления не всегда гарантируют ликвидацию экологических кризисных ситуаций. Поэтому необходимо создание связей управления, замыкающих систему. Они должны формироваться одновременно с возникновением природно-хозяйственной системы и так регулировать связи между человеком (II блок) и природой (I блок), чтобы функционирование создаваемой системы не привело к нарушению экологического равновесия (рис. 4).

Следовательно, от кризисных экологических ситуаций могут оберегать системы только связи управления, хотя в настоящее время в уже сложившихся природно-хозяйственных системах преобладают связи приспособления.

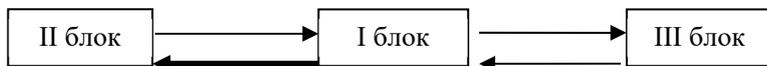


Рисунок 4 – Схема функционирования замкнутой природно – хозяйственной системы при наличии связей управления (←—→)

Изучение процесса управления с точки зрения его функций позволяет установить объемы работ по каждой из функций, сформировать структуру и организацию системы управления. Каждая управленческая функция имеет собственную структуру, определяет содержание работ, которые подчиняются четкой последовательности регламентированных законодательными актами действий. Функции управления весьма разнообразны. Например, основными для управления водными ресурсами являются: **организация** водопользования и водопотребления, **планирование** допустимого использования воды (ее количество и качество), (про-

гнозирование, моделирование, программирование), **распорядительская деятельность** (администрирование), включающая координацию всех водопользователей и водопотребителей, **мотивация, координация** (согласование) и контроль выполнения поставленных задач и **мониторинг** за состоянием водных ресурсов (рис. 5).



Рисунок 5 – Функции управления

Таким образом, функции управления определяют деятельность, направленную на организацию выполнения мероприятий по управлению каким-либо объектом (например, речным бассейном) или территорией (например, городом), а логическая последовательность выполнения работ, определяемая функциональной структурой управленческого процесса, составляет сущность технологии управления. Основная цель управленческой функции состоит из двух компонентов: 1. анализа состояния системы (например, речного бассейна), контроля ее основных параметров (величина стока, концентрация элементов химического состава и пр.), количественного определения тех факторов, которые выводят систему из состояния равновесия (техногенные нагрузки); 2. определения состава мероприятий, направленных на оптимизацию процесса управления (сохранения количества и качества воды). Описанная схема формирования управленческой функции применима к любым компонентам природной среды и территориям, но ее структура будет различаться в зависимости от структуры административного управления изучаемой территории.

Региональное административное управление – управление, осуществляемое органами государственной власти субъектов РФ в пределах границ субъекта и в соответствии с принципом разграничения предметов ведения. В его основе лежат три принципа: 1. Принцип разграничения полномочий между федеральными и региональными органами исполнительной власти – основополагающий конституционный принцип; 2. Принцип иерархичности – подразумевает то, что все органы

исполнительной власти в системе административного управления находятся в соподчинении; 3. Принцип функциональности – органы исполнительной власти осуществляют только подведомственные им функции (например, принцип законности, демократизма).

Систему административно-территориального устройства Пермского края образуют административно-территориальные единицы:

– Пермский край

– Коми-Пермяцкий округ – административно-территориальная единица с особым статусом

– 33 административных района, в том числе 6 районов в Коми-Пермяцком округе

– 3614 населённых пунктов, из них 51 городских (14 городов краевого значения; 11 – районного; 26 рабочих посёлков) и 3563 сельских.

На наш взгляд, все эти уровни отличаются по условиям формирования экологической обстановки.

Оценка ЭС территории – процесс длительный, финансово затратный, поэтому нужно выявить степень неблагополучия территорий и установить последовательность нормализации их экологического состояния. Начинать нужно с самой крупной территории (1 уровень) – в нашем случае, с территории Пермского края, а единица исследований – административный район. Результатом исследований должна быть карта экологического состояния административных районов, позволяющая выявить наиболее неблагополучные территории.

Далее на 2 уровне объектом исследования становятся выделенные районы, а единицей – населенные пункты (города, городские районы, поселки или сельские населённые пункты). **При этом экологическое состояние лучше рассматривать в комплексе с социальными условиями, включающими здоровье населения, так как управление должно быть направлено не только на улучшение состояния природы, но и самого человека.** В качестве примера приведены результаты подобных исследований наиболее загрязненного в г. Перми Кировского района. В проведении этих научных исследований принимали участие д.г.-м.н.

Бельтюков Г.В. и к.б.н. **Малеев К.И.**

ЧАСТЬ 1. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ НА УРОВНЕ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ)

Глава 1. Оценка экологического состояния территории

Ухудшение экологического состояния всех природных компонентов на территории Пермского края связано, в первую очередь, с интенсивным техногенным воздействием на природную среду. В результате этого заболеваемость населения возрастает, а уровень здоровья падает.

Экологические проблемы Пермского края связаны с разнообразными техногенными воздействиями на окружающую среду (ОС). Развитие нефтеперерабатывающей, химической, металлургической, машиностроительной, целлюлозно-бумажной, горнодобывающей промышленности и агропромышленного комплекса обусловило химическое загрязнение природных компонентов, деградацию лесных массивов, активизацию экзогенных процессов и накопление промышленных и бытовых отходов. В ряде районов края сформировались техногенные аномалии.

При этом административные территории отличаются друг от друга видами и интенсивностью проявления экологических проблем и наравне с социальными условиями оказывают влияние на здоровье населения. Вследствие этого возникает необходимость получения объективной оценки экологического состояния (ЭС) и выявления первоочередных природоохранных проблем не только в целом по краю, но и по отдельным его территориям.

1.1. Подход к оценке экологического состояния территории региона

В настоящее время в России и за рубежом существуют различные критерии (показатели, индексы, коэффициенты и пр.) и методы, используемые для оценки ЭС территорий. Учёными Йельского университета предложен всемирно известный «индекс экологической эффективности» (EPI – Environmental Performance Index...,2022). Получил известность и такой показатель, как «экологический след» (The Ecological Foot-print...,2022), возникла даже Глобальная сеть экологического

следа, которая ежегодно рассчитывает показатель, оценивающий степень воздействия человека на ОС. Учёными Йельского университета предложен «индекс устойчивого развития окружающей среды» (Environmental sustainability index) (Esty, Srebotnjak, Goodall, 2005). Учёными Колумбийского университета разработан «индекс удовлетворительного состояния ОС» (Ecosystem Wellbeing index), учитывающий 51 показатель, отражающий состояние почв, качество и доступность водных ресурсов, чистоту воздуха и др. В работе (Витченко, Брилевский, Морозов, 2015) предложена оценка ЭС территории Республики Беларусь, основывающаяся на учёте источников загрязнения и концентрациях загрязняющих веществ. Разработан интегральный индекс устойчивого развития регионов республики (Войтеховская, 2016). В России создана многофункциональная экологическая карта Москвы (Компания EcoStandardgroup), основанная на данных экологического мониторинга (Двинских, Копылов, 2018). В работе (Бакуменко, Коротков, 2008) предложен «интегральный индикатор качества окружающей среды и степени экологической устойчивости региона» применительно к региональным единицам республики Марий Эл. В Татарстане разработан «интегральный показатель качества среды обитания территории» (KSOT) (Двинских, Копылов, 2018). В (Каплина, Каманина, 2017) приведена методика оценки ЭС компонентов ОС малых и средних городов севера Московской области. Перечисленные показатели – это далеко не полный перечень существующих способов оценки ЭС территории. Однако единый общепринятый метод интегральной оценки ЭС территорий на сегодняшний день отсутствует, а существующие методы не уделяют должного внимания социальной составляющей в оценке качества ОС.

Большая часть существующих показателей (индексов) рассматривают экологическое состояние территории не интегрально, а лишь отдельные его составляющие и, чаще всего, опираются на данные мониторинга. Мы, считаем, что для большого региона (такого, как Пермский край), за основу оценки ЭС территории целесообразно брать техногенные воздействия, с обязательным учетом последствий их воздействия для здоровья населения, так как именно здоровье проживающего в этих условиях населения может отражать степень влияния создавшейся на территории ЭС или становится критерием качества ЭС данной территории. Для оценки ЭС территории мы предлагаем использовать **интегральный индекс экологического благополучия территории (ИЭБ)**.

Анализ исследований зарубежных (Войтеховская, 2016; Витченко, Брилевский, Морозов, 2015; EPI – Environmental Performance Index..., 2022; The Ecological Foot-print, 2022; Esty, Srebotnjak, Goodall,

2005; Паркер, 1991; Puolamaa, Kaplas, Reinikainen, 1996) и отечественных (Каплина, Каманина, 2017; Бакуменко, Коротков, 2008; Рубанов, Тикунов, 2007; Двинских, Копылов, 2018) исследователей показал, что для оценки экологического состояния различных территорий (от локальных до глобальных) применяются различные индексы.

Тема наших исследований связана с изучением экологического состояния территорий Пермского края с использованием комплексного показателя – Индекса экологического благополучия (ИЭБ). Выбор темы объясняется тем, что экологические проблемы приобрели глобальное значение, а происходящие изменения природных условий – катастрофическое. В связи с этим изменяются условия жизни населения, что нередко приводит к проблемам со здоровьем, появилось даже такое понятие, как «экологически обусловленные заболевания».

Сложная экологическая обстановка сложилась и в Пермском крае. Для оценки экологического состояния (ЭС) любой территории мы и предлагаем использовать ИЭБ. При этом исходим из следующего:

1. Основная причина неблагоприятного ЭС – техногенные воздействия, величина которых пространственно неоднородна. ИЭБ должен дать характеристику сложившейся ситуации в пределах изучаемой территории с выделением особенно значимых экологических проблем. Это позволит выявить наиболее неблагоприятные территории, на которые в первую очередь должно быть обращено внимание. Ограничение – использование данных официальной статистики.

2. Объектами исследований могут быть природные комплексы (ПК) и административные территориальные единицы (АТЕ).

– **ЭС природных комплексов** характеризует изменение компонентов природной среды и отвечает на вопрос: зависит ли распространение природно-очаговых заболеваний от ЭС? Известно, что природно-очаговые инфекции формируются в пределах природных очагов, которые могут меняться в зависимости от техногенных воздействий (подробнее вопрос рассмотрен в главе 3). К природным относятся климатические и гидрологические факторы, рельеф, почвы, тип растительности, видовой состав и плотность популяций (беспозвоночных, грызунов, птиц и др.). Техногенные факторы – это демографические (плотность населения, миграция населения и т. д.); виды техногенной деятельности (виды сельского хозяйства (растениеводство, животноводство), сведение лесов, строительство дорог, и т. д.). Взаимодействие всех этих групп факторов и формирует ЭС.

Возникает вопрос: может ли ИЭБ влиять на распространенность природно-очаговых заболеваний?

– ЭС АТЕ по ряду исследований (Манычик, Колнет, 2001); Малхазова Королева, 2011; Куролап, 2006; Касимов, Битюкова, Малхазова, Кошелева, Никифорова, Шартова, Власов, Тимонин, Крайнов, 2014; Прохоров, Тикунов, 2005; Черкасский, 1981. и др.) влияет на заболеваемость населения. Но к факторам, определяющим здоровье, относятся и: социально-экономические (условия труда, жилищные условия, материальное благосостояние, уровень и качество питания, отдых и др.); экологические и природно-климатические (среда обитания, среднегодовая температура, наличие экстремальных природно-климатических факторов и др.); организационные или медицинские (обеспеченность населения медицинской помощью, качество медицинской помощи, доступность медико-социальной помощи и др.); биологические (возраст, пол, конституция, наследственность и др.). Это большое число факторов можно подразделить на две большие группы: природные (влияние окружающей среды) и техногенные влияние человеческого фактора (в том числе социальные условия). По данным ВОЗ, здоровье на 50-55% зависит от образа жизни, по 15-20% занимают наследственные факторы и загрязнение окружающей среды и 10-15% – организация здравоохранения. При этом значение такого фактора, как экологическое поведение постоянно возрастает. Так, 15% всех заболеваний раком вызваны загрязнением окружающей среды (данные национального ракового центра США), не менее 20% всех больных хроническим бронхитом и эмфиземой легких своим страданием обязаны загрязнению воздуха, а одна больничная койка из каждых четырех в мире занята больными, ставшими жертвами загрязнения воды (данные ВОЗ). Можно добавить Россию. В связи с этим предметом наших исследований является изучение степени влияния ИЭБ и социальных факторов на заболеваемость населения. А выбор объекта исследований – АТЕ – объясняется тем, что официальная отчетность по заболеваемости, социальным условиям и техногенным воздействиям в Пермском крае дается в рамках АТЕ. Этим же объясняется и перечень учитываемых социальных условий.

Итак, ИЭБ позволит дать пространственную оценку экологического состояния Пермского края и ранжировать ее по степени остроты экологических проблем; выделить главные факторы, которые оказывают негативный вклад в экологическое состояние административных территорий края и формируют экологически обусловленные болезни.

При выполнении работы нами использованы следующие термины и понятия:

Экологическое состояние – рассматривается как совокупность условий среды обитания и жизнедеятельности человека, сформировавшееся в результате взаимодействия природных условий и антропогенных воздействий.

Экологическая ситуация – состояние компонентов природной среды и природных комплексов в целом в определенный момент времени.

Экологическая обстановка (ЭО)– осредненная во времени экологическая ситуация, обусловленная взаимодействием компонентов природной среды и хозяйственной деятельности человека.

Экологическое благополучие (ЭБ)– такое состояние территории, при котором удовлетворяются все физиологические, экономические и медико-социальные потребности населения, обеспечивающие его здоровье, и при этом отсутствует или минимизировано негативное воздействие на компоненты природной среды.

Экологическая проблема (ЭП) – это изменение природной среды (или отдельного ее компонента) в результате антропогенных воздействий или стихийных бедствий, ведущее к нарушению структуры и функционирования природного комплекса (или компонента природного комплекса).

Причина появления экологических проблем, а, следовательно, и формирования экологического состояния – природопользование. В процессе природопользования возникают противоречия между природными свойствами изучаемой территории и антропогенной нагрузкой. Чем больше антропогенная нагрузка (давление человека на природу), тем сильнее противоречия, тем острее возникающая экологическая проблема (загрязнение атмосферного воздуха, вод, эрозия и пр.) и тем напряженнее экологическое состояние изучаемой территории.

Степень напряженности экологического состояния напрямую связана с преобразованием (или охватом) структуры изучаемой территории. Если в процессе природопользования изменяется только один или несколько компонентов (элементов) исследуемой территории, но не изменяется его функционирование, то можно предположить, что после прекращения антропогенных воздействий на изучаемую территорию может вернуться на естественную траекторию развития (Двинских, Бельтюков, 1992). Если же произошло изменение функционирования изучаемой территории, то и после прекращения действия антропогенных нагрузок система не сможет восстановить свой природный облик. Иначе говоря, определить степень напряженности экологического состояния возможно зная: во-первых, величину антропогенных нагрузок и

во-вторых – отклик изучаемой территории на эти нагрузки (Двинских, Зуева, Минкина, 2016).

Экологическое состояние, отличное от естественного, определяет ряд признаков:

1. Изменение свойств отдельных элементов исследуемой территории (например, химического состава атмосферного воздуха, почв и др.);
2. Изменение свойств изучаемой территории в целом (преобразование природного или природно-техногенного ландшафта в техногенный);
3. Интенсивность проявления экологических проблем (берем за отклик изучаемой территории).

В своей работе мы характеризуем состояние территории в разрезе 3х аспектов – **экологического состояния природной среды, социальных условий жизни и состояния здоровья населения.**

Методологической основой исследования был выбран системный подход – направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит исследование объекта как системы.

Применение системного подхода в естественнонаучных дисциплинах, в том числе географии и геоэкологии, началось так же, как и в других науках, с определения понятия системы.

Понятие системы как «комплекса элементов, находящихся во взаимодействии» первым ввел биолог и философ Л. Бертоланфи, который разработал концепцию изучения организма как открытой системы. Его теория возникла, когда вместо организованной простоты и беспорядочной сложности выдвинулась в качестве основного предмета исследований организованная сложность. Для ее изучения потребовались новые средства познания (Берталанфи, 1969). Таким средством явилась «система». В географии это понятие широко началось использоваться с 70-х годов, когда (Сочава, 1973) употребил термин «геосистема» как синоним понятия «природный комплекс» (Сочава, 1973). Развернутое определение системы дает (Алаев, 1983): система – сочетание объектов с упорядоченными взаимными связями, придающая сочетанию новые качества: целостности (понимаемой как наличие единой для всего сочетания цели), функции (каковых не было у отдельного составляющего элемента), автономности (понимаемой как стремление к большей упорядоченности, восполнение «недостающих» элементов и функций), устойчивости (понимаемой как стремление к сохранению ГС). А.Д. Арманд (1989) представляет систему как «хранилище информации, записанной в структуре системы и свойствах ее элементов».

Термин «геосистема» (ГС) не имеет однозначного определения. В трактовке этого понятия можно выделить три направления: 1) общенаучное или формальное определение системы (Сочава, 1973); 2) рассмотрение в качестве ГС обычные топологических или региональных единиц географических классификаций (Сочава, 1973, 1978); 3) выделение ГС по признаку функциональной целостности (Арманд, 1989).

Чаще всего выделяют естественные (природные), техногенные и природно-техногенные ГС. Природная геосистема – исторически сформировавшаяся совокупность тесно связанных между собой природных компонентов, отличающаяся территориальной и хронологической организованностью, относительной устойчивостью и целостностью. Техногенные ГС – геосистемы, в функционировании которых основную роль играет хозяйственная деятельность. Природно-техногенные ГС – геосистемы, в функционировании которых наравне с природными составляющими участвует хозяйственная деятельность. Однако единого определения разных видов ГС нет.

Так, под техногенными ГС в настоящее время понимают:

- 1) системы, в которых на всей или на большей их площади коренному изменению под воздействием человека подвергся любой из компонентов, включая растительность (Мильков, 1973);
- 2) переменные состояния коренных природных геосистем (Сочава, 1973). Признаком антропогенного ландшафта, по мнению В. Б. Сочавы, является изменение литогенной основы, изменения других компонентов приводят лишь к модификации исходной ГС;
- 3) антропогенные модификации коренных ГС, в принципе отличающиеся от них лишь временем своего существования;
- 4) системы, у которых инвариант возник в связи с человеческой деятельностью.

Для прикладного использования положений системного подхода существуют различные виды анализов. Например, системный анализ применим для описания системы с помощью математических моделей, и широко используется в Институте системных исследований.

В рамках системного подхода (Ряшко, 1995) разработана системно-диалектическая методология (СДМ), которая представляет постановку, выделение и решение трех типов задач:

1. определение структуры элементов объекта (процесса, явления) на основании представления о его функционировании в определенных условиях (исходных);
2. создание представлений об идеальных возможностях функционирования объекта с заданной структурой;

3. формирование представлений о функционировании в условиях ограничения развития или ограничения функционирования.

На основе разработанной триады Б.В. Ряшко применил социально-экономический анализ при изучении развития системы железнодорожного транспорта. (Девяткова, 2006) адаптировала данную методологию для достижения своей цели – изучения гидрологических процессов, происходящих в водохранилищах, где был применен структурно-функциональный анализ. Согласно СДМ данный анализ состоит из трех взаимосвязанных между собой частей – структуры, функционирования и развития и представлен на рисунке 1.1.

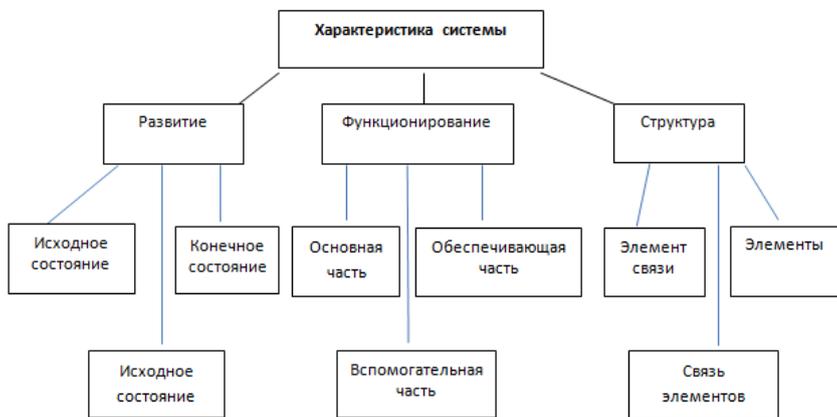


Рисунок 1.1 – Состав и структура элементов системы (Девяткова, 2006)

Существует эколого-социально-экономический анализ, разработанный Т.П. Девятковой, М.С. Обориным (2009) для изучения курортно-рекреационной зоны, общая схема которого представлена на рисунке 1.2.

В.А. Почечун использовала положения системного подхода при изучении природно – техногенной системы горно-металлургического комплекса (рис. 1.3).



Рисунок 1.2 – Системная структуризация эколого-социально-экономической системы (по Девятковой, Оборуину, 2009)



Рисунок 1.3 – Схема природно-техногенной подсистемы

Данный подход предполагает исследование основных источников загрязнения (предприятий горно-металлургического комплекса Среднего Урала), их ранжирование по способу загрязнения, а также определение современного экологического состояния компонентов окружающей среды, находящихся под воздействием этих источников.

Таким образом, из приведенных выше примеров, можно сделать вывод, что системный подход можно адаптировать под любой тип анализа в зависимости от объекта исследований и поставленной цели.

В нашем понимании, системный подход, являясь теоретической основой, определяет путь и логику исследований, помогает конструировать объект исследований и выявляет те основные свойства системы, которые нужно изучить, чтобы добиться поставленной цели. Под системой мы понимаем множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство. При этом в качестве ГС может выступать ландшафт, природный комплекс, административно-территориальная единица и пр. Основное требование – любая ГС должна иметь единый базис, представлять единую целостность, все ее составляющие должны быть взаимосвязаны и взаимозависимы. Мы изучаем два вида ГС (объекты исследований) – природный комплекс (ПК) и административно-территориальная единица (АТЕ). Это объясняется тем, что изучаемые виды заболеваний имеют разные генезисы: природно-очаговые – в основном, состояние ПК, остальные болезни населения – социальные условия и экологическое состояние среды обитания в рамках АТЕ. Исходя из предмета нашей работы, можно составить следующую логическую цепочку исследования развития изучаемого объекта: изучаемый объект (система) – составляющие части (подсистемы), характеризующие структуру объекта (природная и техногенная составляющие) – функционирование (изменение составляющих частей в пространстве и во времени – формирование экологических проблем) – развитие (показатель направленности развития – экологическая обстановка).

Такой взгляд на развитие ГС хорошо описывается диалектической триадой Ф.В. Гегеля «тезис-антитезис-синтез» (Гегель, 2007).

Триада Гегеля включает три ступени развития. Движение по ним было строгим и определенным. Главные три принципа выглядят следующим образом: бытие в себе (идея), бытие вне себя (природа), бытие в себе и для себя (дух). Развитие триады для Гегеля основано на рационализме. Только с помощью чистого и идеального разума возможен истинный ход процесса развития. Таким образом, мы получаем три составных части принципа триады Гегеля: Логика (развитие идеи); Философия

природы; Философия духа. И раз разум является единственно возможным двигателем эволюции, то весь процесс запускает именно логика. Само ее содержание развивается методом диалектики

Диалектическая триада, по мнению Гегеля, развитие индивидов и истории в целом не является хаотичным и свободным процессом. Эволюция протекает по определенной схеме, подчиняясь законам разума. Основой же развития абсолютной идеи выдвигается понятие о диалектике, о борьбе противоположностей. Гегель утверждал, что такая борьба не только не замедляет процесс преобразования, но является самым импульсом (Берталанфи, 1969).

Диалектическая триада делится на три части: «тезис» – «антитезис» – «синтез» (рис.1.4).



Рисунок 1.4 – Триада Гегеля «тезис-антитезис-синтез» (Берталанфи, 1969).

Под «тезисом» подразумевается некое понятие. И действительно, раз существует понятие, то существует и его противоположность – «антитезис». Без зла не было бы добра, без бедных не было бы богатых. То есть, мы можем сказать, что вместе с понятием неразрывно существует и его противоположность.

И как только тезис вступает в конфликт с антитезисом – возникает синтез. Происходит объединение и устранение противоположностей. Первоначальная идея поднимается на новый уровень эволюционирования, происходит развитие. Ни одна чаша на весах больше не перевешивает другую, они становятся равны и дополняют друг друга. Од-

нако этот дивный новый синтез также является тезисом и имеет антитезис. А это значит, что борьба природных компонентов продолжается и обеспечивается бесконечный процесс эволюции (Берталанфи, 1969).

В нашем случае в понятие «тезис» входят естественные факторы формирования природных компонентов, определяющие их состояние, «антитезис» – техногенные нагрузки, приводящие к изменению их первоначального состояния, «синтез» – результат взаимодействия «тезиса» и «антитезиса», характеризующий экологическое состояние системы. Он может оцениваться через индекс экологического благополучия.

1.2. Методический подход к разработке интегрального индекса экологического благополучия

Как говорилось ранее, под системным подходом мы понимаем изучение сложных природных, природно-техногенных и техногенных образований как динамических систем, характеризующихся единством структуры, функционирования и развития. Объектом, к которому применим системный подход, может быть геосистема (ГС).

Территория Пермского края представляет собой природно-техногенную геосистему, подсистемами которой, в зависимости от предмета исследований, являются природные комплексы (ПК) или административные территориальные единицы (АТЕ). Объясняется это следующим. В условиях Пермского края наиболее полную информацию о техногенной нагрузке на природные среды, можно получить по интенсивности природопользования на основании данных обязательной отчетности. Обычно наиболее полно и в сопоставимой форме она приводится в разрезе административных единиц. В связи с этим, в качестве объекта исследования для оценки экологического состояния территории, состояния социальных условий жизни населения и показателей общей заболеваемости нами взята административная единица. Для оценки природно-очаговой заболеваемости в качестве объекта исследования нами взяты природные комплексы, в пределах которых происходит формирование очагов природно-очаговых инфекций.

Административные единицы – это подсистемы природно-техногенной геосистемы – Пермского края, которые отличаются друг от друга видами и интенсивностью техногенных нагрузок, формирующих их экологическое состояние. Характер этих нагрузок постоянно меня-

ется, появляются новые или исчезают старые, поэтому подсистемы динамичны. Их экологическое состояние можно описать как совокупность частных составляющих (загрязнение атмосферы, воды, почвы и пр.), характеризующих современную экосистему. Но возможен и другой подход, если за основу взять человека. В этом случае упор делается только на те факторы или условия, которые определяют его здоровье – экологическое состояние территории и социальные условия жизни, т.е. это путь от частного (условий, влияющих на показатели жизни) к общему (здоровью населения). В качестве показателя, оценивающего экологическое состояние территории, нами взят индекс экологического благополучия территории.

Административные территориальные единицы, как и природные комплексы, нами рассматриваются как подсистемы единой ГС (Пермского края), но их границы не совпадают, однако логика исследований разных по генезису подсистем, согласно Гегелю, включает три составляющие (Берталанфи, 1969).

1 – тезис (основная, определяется исходя из проблемы);

2 – антитезис (вспомогательная, дает возможность или препятствует функционировать основной);

3– синтез (результат взаимодействия первых двух).

Тогда на основе принятой нами ранее гипотезы: «здоровье населения зависит от экологического состояния, которое сложилось на территории проживания (АТЕ), и от социальных условий его жизни», исследования должны проводиться по схеме «Основные условия формирования здоровья населения» (рис.1.5).



Рисунок 1.5 – Основные условия формирования здоровья населения

Схема включает основную (тезис), вспомогательную (антитезис) и обеспечивающую (синтез) части. Все эти части взаимодействуют и взаимно обуславливают друг друга, представляя единую целостность. Гегель считал, что любое развитие происходит в три этапа: тезис – исходный момент, антитезис – отрицание тезы и превращение её в свою противоположность, синтез – в свою очередь, отрицает антитезу, являясь исходным моментом последующего развития мышления. В нашей интерпретации (для объекта исследования АТЕ) тезис – это социальные условия жизни населения, антитезис – интегральный индекс экологического благополучия территории (экологическое состояние), синтез – результат взаимодействия этих составляющих (состояние здоровья населения на изучаемой территории).

В качестве тезиса выбраны социальные условия жизни населения, поскольку с улучшением социальных условий улучшается здоровье населения. Однако с улучшением социальных условий не всегда улучшается ЭС территории. Например, строительство нового жилого комплекса подразумевает улучшение социальных условий, например, за счет увеличения жилищного фонда, но при этом страдает окружающая среда – изменяется естественный природный ландшафт, вода и почвы загрязняются различными химическими соединениями, в воздух выбрасывается большое количество загрязняющих веществ и пыли. Другой пример: в городе построили новый завод по производству автомобилей. С одной стороны, для людей это хорошо – улучшение социальных условий за счет увеличения рабочих мест, а значит, большее количество людей будут получать заработную плату, и обеспечивать свое существование. С другой стороны, очень страдает экология – ежегодно от промышленных предприятий и автомобилей в атмосферный воздух выбрасываются миллиарды тонн загрязняющих веществ, которые потом загрязняют и другие природные среды. Таким образом, в большинстве случаев с улучшением социальных условий жизни населения ухудшается экологическое состояние территории, а с ухудшением ЭС территории происходит ухудшение состояния здоровья населения, поэтому в качестве антитезиса нами выбрано ЭС территории, представленное ИЭБ. Синтез – результат взаимодействия тезиса и антитезиса, представляет собой состояние здоровья населения, которое сложилось на исследуемой территории под влиянием этих двух показателей.

Затем мы спустимся на уровень ниже и рассмотрим интегральный индекс экологического благополучия также согласно триаде Гегеля «тезис-антитезис-синтез».

Экологическое состояние любой территории представляет синтез состояний природных компонентов (атмосфера, вода, почва и растительность). Каждое из них формируется в результате взаимодействия природных и техногенных факторов. В этом случае, тезис – это природные условия, антитезис – противоположные ему техногенные воздействия, синтез – результат их взаимодействия, который и характеризует индекс экологического благополучия территории (рис.1.6).



Рисунок 1.6 – Схема изучения ИЭБ

Иначе говоря, синтез отражает дальнейшее развитие изучаемого объекта на другом качественном уровне, который отличен от естественного, и чем это отличие больше, тем экологическое состояние территории хуже, и тем больше значение ИЭБ. Для каждого природного компонента составляется подобная схема.

Индекс экологического благополучия. Интегральный индекс экологического благополучия должен отражать в интегральной форме состояние компонентов окружающей среды и если его величина не превышает допустимой, то экологическое состояние изучаемой территории можно считать благополучным. Индекс является интегральным, т.е. включает показатели, характеризующие состояние оцениваемых природных компонентов – частные индексы.

Частный индекс территории характеризует интенсивность техногенного воздействия на отдельные природные компоненты (водные ресурсы, атмосферный воздух, почвы и лесную растительность). В свою очередь частный индекс (ЧИ) тоже представляет сложный показатель,

включающий и положительные (например, норма стока), так и отрицательные (например, сброс сточных вод) характеристики, участвующие в формировании ЭС. Вклад этих характеристик в формирование ЧИ определяется через относительный коэффициент – К.

На природные компоненты оказывают воздействие факторы природного и техногенного происхождения. Каждый фактор может быть представлен не одной характеристикой. Например, на водные ресурсы влияет водность (фактор природного воздействия) и сброс загрязненных сточных вод (фактор техногенного воздействия); на почвы – объем размещённых отходов (техногенный фактор), доля кислых почв, площадь ветровой эрозии и др. (природные факторы). Для учета этого и используется относительный коэффициент.

Относительный коэффициент (К) показывает воздействие какого-либо одного фактора на один компонент природной среды (водные ресурсы, Воздух, почвы, лесная растительность). Например, состояние водных ресурсов обусловлено воздействием двух единичных факторов – сбросов сточных вод и нормы стока, поэтому для водных ресурсов рассчитаны 2 относительных коэффициента (К) – по сбросам сточных вод и норме стока. Мы называем коэффициент относительным, потому что он показывает отношение конкретного фактора, влияющего на конкретный природный компонент, к условно принятой за норму величину 50% обеспеченности по краю того же самого фактора. Относительные коэффициенты необходимы для расчета частных индексов природных компонентов. Например, для расчёта частного индекса вод нами использованы относительные коэффициенты по двум расчётным показателям – сбросам сточных вод и норме стока; для расчета частного индекса атмосферного воздуха были определены относительные коэффициенты по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных и от стационарных источников.

Частный индекс конкретного природного компонента (ЧИ) показывает сумму всех (природных и техногенных) факторов, влияющих только на один компонент природной среды. ЧИ определяется как среднеарифметическая величина из относительных коэффициентов. Например, частный индекс вод ($I_{\text{вод}}$) – среднеарифметическое из относительных коэффициентов сбросов сточных вод и нормы стока; частный индекс атмосферного воздуха – среднеарифметическое из относительных коэффициентов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и от передвижных источников. Аналогичным образом определяются частные индексы почв и лесной растительности.

Индекс экологического благополучия территории (ИЭБ) представляет собой сумму всех воздействий на разные компоненты природы и, таким образом, дает характеристику воздействия на весь природный комплекс в пределах исследуемой административной единицы (АТЕ). То есть, ИЭБ показывает сумму частных воздействий (по каждому природному компоненту) на АТЕ в целом и отражает экологическое состояние исследуемой территории. Но для его расчета мы предлагаем использовать не среднюю арифметическую, а среднее геометрическую величину из частных индексов.

Использование среднего геометрического позволяет компенсировать низкие значения частного индекса одной природной среды большими значениями частных индексов других сред. То есть больший разрыв между частными индексами природных сред будет давать меньшее значение результата, в то время как при применении среднего арифметического большие значения одного слагаемого в равной степени компенсируют меньшие значения другого (других показателей).

Главная задача, которая стоит перед нами – дать характеристику степени экологического благополучия территории. Мы знаем, что все показатели, необходимые для расчета ИЭБ имеют разный генезис и поэтому разную динамику в пространстве и во времени. Просто так сравнить и сложить показатели с различной размерностью невозможно. Для этого необходима процедура нормирования (все исходные показатели переводятся в одну систему единиц), то есть необходимо найти такой критерий, который бы позволил судить об улучшении или ухудшении экологического состояния территории. В качестве такого критерия мы предлагаем использовать величину 50% обеспеченности по краю выбранного расчетного показателя. Под обеспеченностью понимается вероятность превышения числа лет с определенным расходом, над числом лет с меньшим расходом (Пособие по определению..., 1984).

Для объяснения выбора условной нормы мы используем метод квартилей. По расчетному показателю за многолетний период строилась кривая обеспеченности, которая затем с использованием метода квартилей, разбивается на ряд интервалов (квартилей). Для расчёта квартили надо поделить вариационный ряд медианой на две равные части, а затем в каждой из них найти медиану. Таким образом, мы получим 4 ряда интервалов – 0-25%; 25,1-50%; 50,1-75%; 75,1-100.

Повторяемость какой-либо величины, например, сбросов загрязняющих веществ в водные объекты по годам, выраженную в процентах, можно назвать обеспеченностью сбросов. Для таких показателей, как сбросы сточных вод (отрицательных), с увеличением повторяемости

уменьшаются их величины, и наоборот большее значение сбросов встречается меньшее количество раз. Таким образом, в 1 квартиле (обеспеченность от 1 до 24,9) находятся максимальные значения сбросов сточных вод, а в 4 квартиле (обеспеченность от 75,1 до 100%) значения сбросов сточных вод минимальные. Пятидесяти процентное обеспеченность означает, что принятая величина сбросов в пяти случаях из десяти будет больше, а в пяти – меньше фактической.

Одни показатели с увеличением их численных значений улучшают экологическое состояние территории – например, норма стока, содержание гумуса в почвах, лесистость. Другие же с их увеличением негативно влияют на экологическое состояние исследуемой территории – сбросы сточных вод, объемы образования отходов, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и другие. Для положительных показателей (лесистость, водообеспеченность и др.) картина обратная – с увеличением значений увеличивается обеспеченность, а с уменьшением – снижается.

Величина 50% обеспеченности является разделительной границей между квартилями меньшей (0-24,9% и 25-49,9%) и большей (50,1-75% и 75,1-100%) обеспеченности. Мы предполагаем, что если показатели природных или техногенных факторов, влияющих на территорию АТЕ, в настоящее время будут равны этой величине, то состояние изучаемого природного компонента можно считать удовлетворительным.

Для установления этого факта для отрицательных показателей используется формула 1.2, для положительных – 1.3. Таким образом, распределение квартилей будет одинаковым для всех показателей – с увеличением значений уменьшается обеспеченность, с уменьшением – увеличивается.

Но мы предположили, что если величины природных и техногенных факторов будут соответствовать 50% обеспеченности, то это актуально лишь на сегодняшний день, а на завтра, для того, чтобы экологическое состояние оценивалось как удовлетворительное, возможно потребуется взять другое значение обеспеченности. Так, при снижении степени воздействия мы перейдем в следующий квартиль – 75 % обеспеченности.

Расчет ИЭБ включает несколько этапов:

1. **Выбор расчетных показателей.** При оценке состояния водных ресурсов нами использованы норма стока и объемы сбросов сточных вод в пределах изучаемой территории; атмосферного воздуха – объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и

передвижных источников; почв – объемы образования и размещения отходов, процент содержания гумуса в почвах, доля кислых почв, площади водной и ветровой эрозии и густота оврагов, лесной растительности – лесистость территории.

Определение условной нормы. Обычно индекс представляет собой безразмерную величину, определяемую из какого-либо соотношения: Например, для определения индекса загрязнения воды (Минкина, 2020; Минкина, Двинских, Зуева, 2020) используют нормирование по ПДК (1.1):

$$\text{ИЗВ} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \div n \quad (1.1);$$

где $C_i/\text{ПДК}_i$ – относительная (нормированная) среднегодовая концентрация в долях ПДК, n – количество компонентов, используемых при расчете (обычно равно 7 или 6, и они обязательно включают рН, содержание O_2 и БПК). В этом случае норма – ПДК. Следовательно, нужно выбрать расчетные показатели и их нормативы, относительно которых будут рассчитаны индексы. В нашем случае, условная норма рассчитывалась, как величина перечисленных показателей, соответствующая их 50% обеспеченности. Это величина, которую в настоящее время считаем допустимой. Данные снимались с кривых обеспеченности, отражающих их среднегодовую изменчивость в пределах Пермского края (рис.1.7).

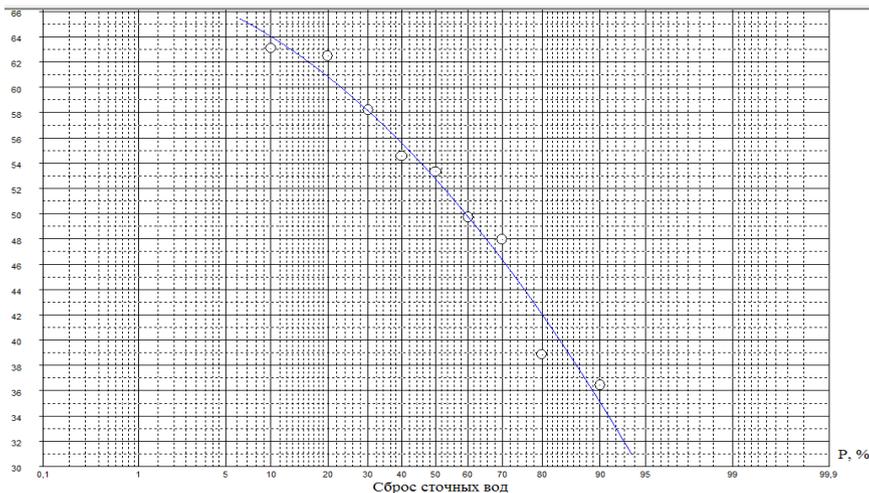


Рисунок 1.7 – Кривая обеспеченности объемов сбросов загрязненных сточных вод

2. **Расчет относительных коэффициентов** для выбранных расчетных показателей. В том случае, если показатель положительный (т. е. с его увеличением растет положительная роль, которую он играет в формировании экологического состояния природного компонента – например, водообеспеченность), то расчет проводится по формуле (1.2):

$$K_i = \frac{K_n}{K_\phi}, \quad (1.2);$$

В противном случае – по формуле (1.3):

$$K_i = \frac{K_\phi}{K_n} \quad (1.3);$$

где K_ϕ – фактическое значение анализируемого показателя в i -том административном районе; K_n – его условная норма.

3. **Расчет частных индексов воздействия на природные среды** I_{zi} для каждого АТЕ проводится по формуле (1.4):

$$I_{zi} = \sum_{k=1}^n K_n / n \quad (1.4);$$

где I_{zi} – частный индекс природного компонента; z – природный компонент; i – АТЕ; K_n – относительные коэффициенты, n – количество слагаемых.

4. **Расчет интегрального индекса экологического благополучия.** ИЭБ определялся как среднегеометрическое между частными индексами природных сред (формула 1,5):

$$I_i = \sqrt[n]{I_{z1} \times I_{z2} \times \dots \times I_{zn}} \quad (1.5)$$

где I_i – интегральный индекс экологического благополучия территории; I – растительности); z – природный компонент; i – АТЕ; n – количество слагаемых.

Оценка состояния АТЕ по ИЭБ проводится в соответствии с разработанными нами качественными и количественными критериями (табл.1.1) и используется при построении карт, которые дают представление о пространственном распределении проблем разного уровня значимости: от единичных характеристик – относительных показателей (например, выбросы в атмосферу от разных источников), к обобщенным – частным индексам в рамках одного компонента природы (например, атмосферного воздуха) и в конечном итоге – к экологическим проблемам АТЕ – ИЭБ.

Аналогично проводится расчет по оценке социальных условий и заболеваемости населения.

Шкала оценки экологического состояния по ИЭБ, социальным условиям и заболеваемости построена по следующему принципу: меньшему значению величины коэффициентов соответствует меньший балл,

меньшей величине балла соответствует лучшее ЭС территории (табл.1.1).

Таблица 1.1

Оценка экологического состояния по ИЭБ, социальным условиям, заболеваемости

Относительные коэффициенты, K_i	Баллы	Оценка экологического состояния по ИЭБ, социальных условий, заболеваемости	
		(в баллах)	Качественная оценка
0-0,5	1	1-1,5	благоприятное
0,51-0,9	2	1,51-2,0	допустимое
0,91-1,1	3	2,01-2,5	удовлетворительное
1,11-2,0	4	2,51-4,0	напряженное
$\geq 2,01$	5	$\geq 4,01$	кризисное

По критерию остроты экологического состояния нами выделены 5 групп (табл.1.1):

1. Благоприятное ($0 < K_i < 0,5$) – экологическое состояние территории не нарушено, угрозы для него нет;
2. Допустимое ($0,51 < K_i < 0,9$) – незначительные изменения средо- и ресурсовоспроизводящих свойств. Отдельные компоненты среды могут быть изменены по сравнению с естественными условиями, но в целом экологическое состояние территории изменено незначительно;
3. Удовлетворительное ($0,91 < K_i < 1,1$) – значительные и слабо компенсированные изменения экологического состояния территории, оно может быть восстановлено после снятия техногенных нагрузок и проведения природоохранных мероприятий;
4. Напряженное ($1,11 < K_i < 2,0$) – сильное негативное изменение отдельных природных компонентов территории. Восстановление естественного экологического состояния возможно только после снятия техногенных нагрузок и проведения природоохранных мероприятий;
5. Кризисное ($K_i \geq 2,01$) – территория полностью изменена вследствие интенсивного негативного техногенного воздействия, экологическое состояние территории разрушено. Полное восстановление естественного экологического состояния территории невозможно.

По результатам расчетов, построены карты «Интенсивности техногенного воздействия на природные компоненты» и «Экологического состояния территорий».

Аналогичным образом по этой методике оценены социальные условия жизни населения, уровень общей заболеваемости и заболеваемость по некоторым нозологическим формам в АТЕ Пермского края, а также заболеваемость природно-очаговыми болезнями в пределах природных комплексов края. Результаты исследований представлены в следующих главах.

Глава 2. Экологическое состояние компонентов природной среды Пермского края

Как говорилось выше, характеристика экологического состояния окружающей среды может даваться отдельно по каждому природному компоненту с помощью частного индекса и в целом для изучаемой территории, используя интегральный индекс экологического благополучия. Расчеты индексов ведутся с учетом техногенных нагрузок, сведения о которых приводятся в данных официальной статистики в рамках административных районов. Пермский край – один из наиболее развитых регионов Российской Федерации, входит в состав Приволжского федерального округа. Площадь 160 237 км². Население 2580639 человек. В административный состав края входят 14 городских округов, 32 муниципальных района; в них: 21 городское поселение, 213 сельских поселений, 25 городов, 27 посёлков городского типа, 3576 сельских населённых пунктов (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Административно-территориальное деление Пермского края

Данные о техногенных нагрузках приводятся по крупным АТЕ края – городским округам и муниципальным районам, и в них дается оценка экологического состояния компонентов среды и в целом по территории.

2.1. Атмосферный воздух

Экологическое состояние атмосферного воздуха складывается, в основном, под действием техногенных нагрузок на атмосферу, которыми являются выбросы загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников.

Стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха. Основными стационарными источниками загрязнения атмосферного воздуха Пермского края являются промышленные предприятия. Согласно данным (Состояние и охрана..., 2018), предприятия цветной и черной металлургия выбрасывают в атмосферный воздух края диоксид и оксид азота, оксид меди, оксид никеля, марганец и его соединения, ксилол, сажу, свинец и его соединения, оксид углерода, углеводороды и др. Предприятия химической промышленности загрязняют воздух диоксидом кремния, диоксидом азота, оксидом меди, гидроксидом и карбонатом натрия, сажей, оксидом углерода и другими соединениями (табл.2.1). Так, валовой выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2018 году составил 658,1тыс. т /год, в том числе выбросы от стационарных источников – 292,8тыс. т/год, от передвижных источников показатели выбросов в атмосферу несколько больше – 365,3тыс. т/год (табл.2.1) (Состояние и охрана..., 2018).

Таблица 2.1

Валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух по Пермскому краю за 2013-2018 гг., тыс. т/год (Состояние и охрана окружающей... за 2013-2018 гг.)

Годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Валовый выброс, всего	637,1	581,9	586,1	609,2	625,7	658,1
в том числе:						
выброс от передвижных источников	269,1	269,4	287,5	300,3	314,9	365,3
выброс от стационарных источников	367,9	312,5	298,6	308,9	310,8	292,8

Основными источниками загрязнения атмосферы в 2018 году являлись (Состояние и охрана..., 2018): ООО «Газпром трансгаз Чайковский» (транспортирование по трубопроводам газа и продуктов его переработки); ООО «Лукойл-Пермь» (добыча сырой нефти); ООО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез» (производство нефтепродуктов); АО «Березниковский содовый завод (производство прочих основных неорганических химических веществ); АО «Камтэкс-Химпром» (производство прочих основных неорганических химических веществ); ПМУП «Полигон» (полигон ТБО «Софроны») (обработка и утилизация отходов); ОАО «Губахинский кокс» (производство кокса); Филиал «Яйвинская ГРЭС» ПАО «Юнипро» (производство электроэнергии); филиал «Азот» АО «ОКХ УРАЛХИМ» в г. Березники (производство удобрений и азотных соединений); АО «СИБУР-ХИМПРОМ» (производство прочих основных неорганических химических веществ).

Из перечисленных производств максимальное воздействие на атмосферу (более 50%) оказывает ООО «Газпром трансгаз Чайковский» и ООО «Лукойл-Пермь» (24%); наименьшее – АО «СИБУР-ХИМПРОМ» и филиал «Азот» АО «ОКХ УРАЛХИМ» (по 1% соответственно) (рис.2.1). В 2017 году наибольшие объемы выбросов в атмосферу были установлены по углеводородам (121,759 тыс.т) и оксиду углерода (68,733 тыс.т).



Рисунок 2.1 – Основной вклад в суммарные выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) от стационарных источников, % (Состояние и охрана..., 2018).

Расчет техногенной нагрузки от стационарных источников и оценка влияния выбросов ЗВ от стационарных источников на состояние

атмосферного воздуха проводилась в соответствие с разработанной нами методикой (глава 1). Расчет проводился по формуле:

$$K_{\text{стаци}i} = \frac{K_{\phi}}{K_n} \quad (2.1);$$

где $K_{\text{стаци}i}$ – относительный коэффициент, характеризующий интенсивность техногенного воздействия выбросов ЗВ от стационарных источников на атмосферный воздух в i -том АТЕ, K_{ϕ} – фактическое значение объемов выбросов ЗВ от стационарных источников; K_n – его условная норма – величина объемов выбросов ЗВ от стационарных источников, соответствующая его 50% обеспеченности (табл.2.2, рис.2.2).

В качестве исходных были использованы данные Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, опубликованные в государственных докладах «Состояние и охрана окружающей среды» за период 1995,1999, 2000, 2005-2018 года».

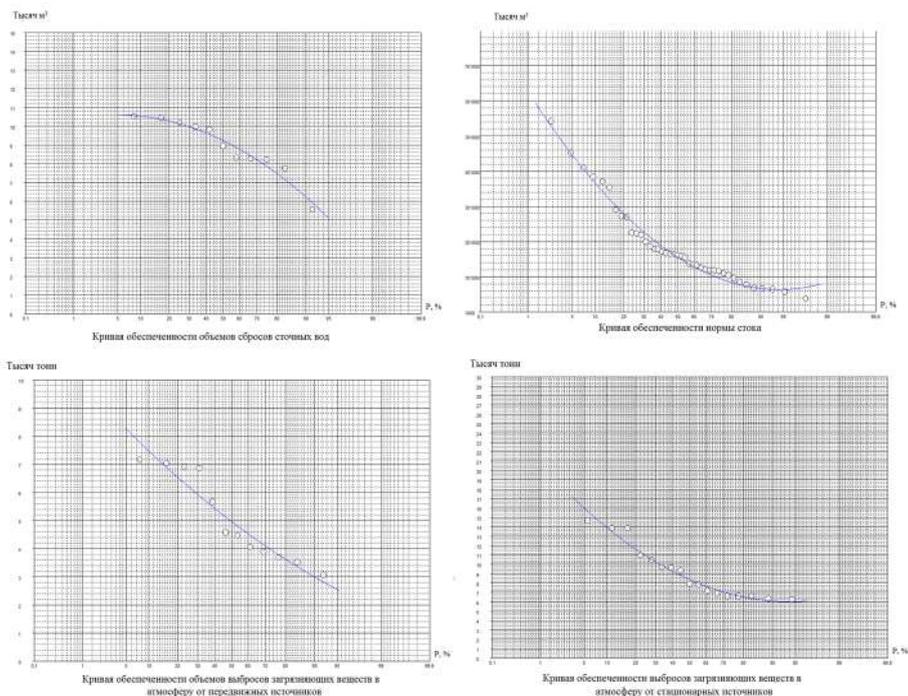


Рисунок 2.2 – Кривые обеспеченности воздействий на атмосферный воздух и водные ресурсы

Таблица 2.2

**Техногенная нагрузка на атмосферный воздух в Пермском крае
от стационарных источников (фрагмент)**

АТЕ	Средне много летние данные, тыс. тонн	$K_{\text{станц}}$	Балл	АТЕ	Средне много летние данные тыс. тонн	$K_{\text{станц}}$	Балл
Пермь	696,54	5,06	5	Осинский	2,76	0,53	2
Березники	15,51	2,19	5	Оханский	0,88	0,30	1
Губаха	4,81	0,80	2	Очерский	3,69	1,08	3
Кунгур	2,23	1,51	2	Пермский	10,22	2,12	5
Лысьва	8,38	1,08	3	Сивинский	0,43	0,07	1
Бардымский	10,52	2,95	5	Уинский	0,49	0,37	1
Березовский	12,42	2,68	5	Усольский	8,12	1,25	4
Добрянский	21,07	2,55	5	Чусовской	18,23	3,61	5
50% обеспеченность по краю – 7,90 тыс. тонн							

На основе полученных данных разработана карта, отображающая степень интенсивности воздействия выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников (рис.2.3).

Ее анализ показал, что атмосферный воздух на всей территории края, испытывает различную интенсивность воздействия – от незначительной на северо-западе (Гайнский, Косинский, Кудымкарский и др.) и юго-востока края (Кишертский, Суксунский, Уинский, Ординский) до максимальной в центральных (Березники, Пермь, Пермский, Краснокамский районы), южных (Чайковский, Бардымский, Октябрьский районы) и западных (Березовский, Горнозаводский, Чусовской районы) частях края.

Следует отметить, что наибольшие техногенные нагрузки оказываются на территориях расположения предприятий металлургии, химической и нефтеперерабатывающей промышленности, машиностроения, выбрасывающих в атмосферу большое количество загрязняющих веществ. По данным Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края (Министерство природных ресурсов..., 2020), атмосферный воздух города Пермь подвержен загрязнению оксидами углерода (продукт цветной металлургии и электроэнергетики), производными азота (продукт электроэнергетики, топливной промышленности, черной металлургии), диоксидом серы (цветная металлургия, электроэнергетика, топливная промышленность).

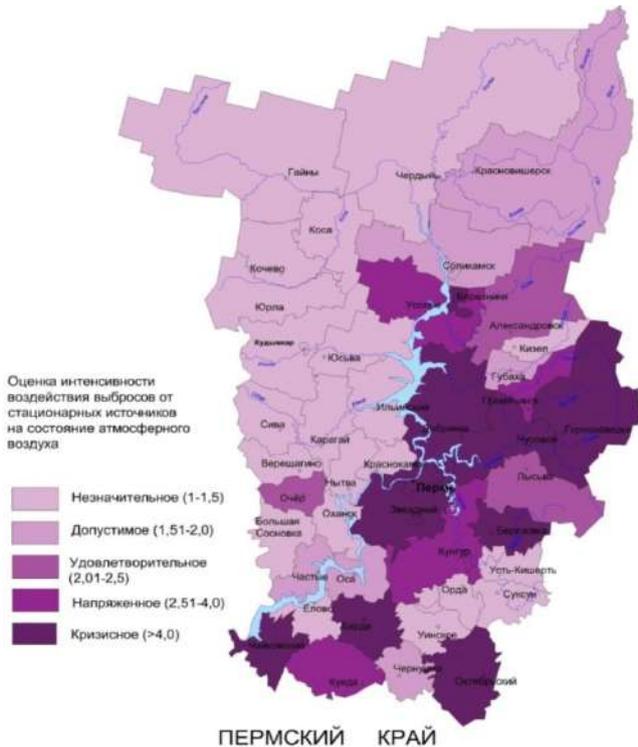


Рисунок 2.3 – Интенсивность техногенного воздействия на атмосферный воздух от стационарных источников в Пермском крае

Воздух Добрянского района загрязнен летучими органическими соединениями (продукт топливной промышленности, металлургии, нефтяной промышленности). А в структуре промышленности Кунгурского района ведущее место занимают предприятия, занимающиеся добычей известняковых, гипсовых материалов и производством изделий из них, поэтому атмосферный воздух в основном подвержен загрязнению твердыми загрязняющими веществами. Города Березники и Соликамск подвержены главным образом загрязнению твердыми веществами (продукт топливной промышленности, электроэнергетики).

В АТЕ, где интенсивность техногенного воздействия на атмосферу минимальная, развиты лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная отрасли промышленности. В выбросах предприятий содержатся твердые вещества, оксид углерода, диоксид серы, оксиды

азота, толуол, сероводород, ацетон, ксилол, бутил (Экологические платежи..., 2019). Но содержание этих веществ в воздухе значительно меньше, чем в промышленно развитых регионах.

Влияние на атмосферный воздух передвижных источников.

Передвижные источники (автотранспорт), нельзя рассматривать без автодорог, как инженерных сооружений, воздействия которых распространяются на все компоненты окружающей среды и локализуются в придорожной полосе вдоль автодорог.

Воздействия автодорог начинается с момента изъятия земель под комплекс автодорожных сооружений: орографические изменения территории при строительстве – создание положительных и отрицательных отметок рельефа; активизация эрозионных процессов; нарушение стока поверхностных и подземных вод; русловые переформирования в местах переходов через водотоки; перевод лесных площадей в нелесные; сокращение и трансформация мест обитания.

На этапе эксплуатации значимыми видами воздействий автомобильных дорог являются: привнесение загрязняющих веществ при зимнем их содержании (противогололедные реагенты); заболачивание придорожной полосы; нарушение стока постоянных и временных водотоков.

Средняя плотность автодорог в Пермском крае составляет $0,20\text{км}/\text{км}^2$. Самые низкие показатели плотности автодорог (даже с учетом ведомственных дорог) имеют Красновишерский и Чердынский районы – $0,03\text{км}/\text{км}^2$. Плотность дорог ниже среднекраевой отмечена на территориях 9 АТЕ (г. Александровска, г. Горнозаводска, Добрянский, Лысьвенский, Ильинский, Соликамский, Усольский регионы Пермского края). Максимальный показатель плотности автодорог ($1,18\text{км}/\text{км}^2$) имеет территория г. Березники.

Низкие показатели развитости автомобильных дорог отмечаются на территории Коми-Пермяцкого автономного округа. Так, среднее значение плотности автодорог здесь $0,07\text{км}/\text{км}^2$ (при среднекраевом $0,20\text{км}/\text{км}^2$).

Еще один показатель – интенсивность техногенного воздействия, которая изменяется в довольно широких пределах. Самая высокая интенсивность наблюдается на автодорогах федерального значения – до 1 тыс. авт./сутки. На дорогах территориального значения она ниже. Для значительной части автодорог общего пользования характерно превышение фактической интенсивности движения над нормативной. Последствие этого фактора – поступление в воздух оксидов азота, серы, свинца и его соединений, оксидов и диоксидов углерода, сажи, бензапирена.

Все вышеупомянутые факторы представляют собой цепочку негативного воздействия на атмосферный воздух – увеличение плотности автодорожной сети неминуемо влечет за собой увеличение количества автотранспортных средств, которые в свою очередь выбрасывают в атмосферу все большее количество загрязняющих веществ, тем самым увеличивая нагрузку на атмосферный воздух и ухудшая ЭС территории.

Для подтверждения связи между плотностью автодорожной сети и техногенной нагрузкой от передвижных источников на атмосферный воздух (K_i) (табл.2.3) нами был рассчитан коэффициент корреляции. Полученное значение $r = 0,97$ свидетельствует о наличии тесной связи между плотностью автодорожной сети и техногенной нагрузкой от передвижных источников на атмосферный воздух.

Расчет техногенной нагрузки от передвижных источников на атмосферный воздух в административных единицах Пермского края был проведен согласно разработанной методике (глава 1) по формуле:

$$K_{пер.i} = \frac{K_{ф}}{K_{н}} \quad (2.2);$$

где $K_{пер.i}$ – относительный коэффициент, характеризующий интенсивность техногенного воздействия выбросов ЗВ от передвижных источников на атмосферный воздух в i -том АТЕ, $K_{ф}$ – фактическое значение объемов выбросов ЗВ от передвижных источников; $K_{н}$ – его условная норма – величина объемов выбросов ЗВ от передвижных источников, соответствующая его 50% обеспеченности (табл.2.3).

Таблица 2.3

Техногенная нагрузка от передвижных источников по территории Пермского края (фрагмент)

АТЕ	Средне много летние данные, тыс.тонн	$K_{пер.i}$	Балл	АТЕ	Средне много летние данные тыс.тонн	$K_{пер.i}$	Балл
Пермь	67,75	15,00	5	Осинский	3,25	0,72	2
Березники	10,75	2,37	5	Оханский	1,29	0,28	1
Губаха	2,05	0,45	1	Очерский	2,49	0,55	2
Кунгур	8,76	1,93	4	Пермский	9,80	2,16	5
Лысьва	5,10	1,13	4	Сивинский	1,14	0,25	1
Бардымский	2,50	0,55	2	Уинский	1,10	0,24	1
Березовский	1,47	0,33	1	Усольский	0,94	0,21	1
Добрянский	5,75	1,27	4	Чусовской	3,88	0,86	2
50% обеспеченность по краю – 4,53тыс.тонн							

Основываясь на полученных данных (табл.2.3) и с использованием программы AutoCAD 2021 разработана карта Пермского края, наглядно отображающая степень интенсивности техногенного воздействия на территории районов края посредством выбросов в атмосферу от передвижных источников (рис.2.4).

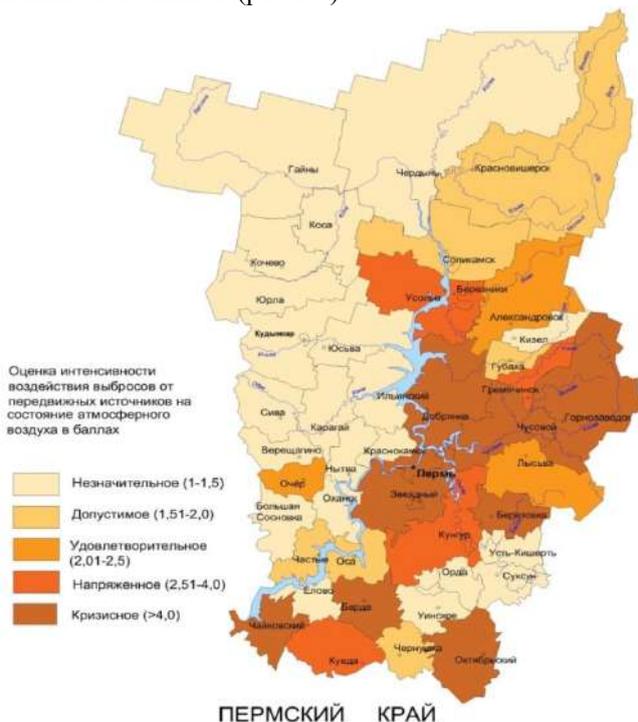


Рисунок 2.4 – Интенсивность техногенного воздействия на атмосферный воздух от передвижных источников в Пермском крае

Анализ карты (рис.2.4) свидетельствует о том, что наибольшее влияние на атмосферу от передвижных источников приходится на такие регионы, как Октябрьский, Чайковский, Бардынский, Пермский, г. Пермь, Звездный, Березовский, Горнозаводский, Чусовской, Добрянский. Чуть менее интенсивная техногенная нагрузка отмечается в Куединском, Кунгурском, Гремячинском и Усольском, а также в г. Березники. АТЕ, испытывающие минимальное воздействие от передвижных источников, преимущественно расположены на севере (Чердынский и Гайнский районы) и западе края (Косинский, Кочевский, Юрлинский,

Юсьвенский, Кудымкарский, Сивинский и др.), а также на юго-востоке (Кишертский, Суксунский, Ординский, Уинский районы).

Максимальное техногенное воздействие от передвижных источников наблюдается в большинстве АТЕ, с наибольшей плотностью дорог. Однако не во всех регионах складывается такая картина. Например, интенсивность техногенного воздействия в Горнозаводском районе относительно выбросов от передвижных источников очень велика, однако плотность автодорог небольшая и составляет всего 0-004км/км². Это объясняется тем, что в целом по краю наблюдаются две противоположные тенденции. Чем более освоена территория, тем выше показатели транспортной активности на его территории. Но с ростом хозяйственной освоенности растет и общая протяженность автодорог. В связи с этим, чем гуще сеть автодорог, тем ниже интенсивность движения по ним. Протяженность автодорог напрямую связана с их густотой, так как чем выше густота автодорог, тем большее количество транспорта сможет проехать по ним, тем самым исключая образование пробок на дорогах, что снижает количество выбрасываемых автомобилями ЗВ в атмосферный воздух.

Частный индекс состояния (загрязнения) атмосферного воздуха от стационарных и передвижных источников приведен в таблице 2.4. Он рассчитан по формуле:

$$I_{\text{возд}i} = (K_{\text{стац}} + K_{\text{пер}}) / 2 \quad (2.3);$$

где $I_{\text{возд}i}$ – частный индекс состояния атмосферного воздуха i -го АТЕ; $K_{\text{стац}}$ и $K_{\text{пер}}$ – относительные коэффициенты техногенной нагрузки на атмосферу от стационарных и от передвижных источников.

Таблица 2.4

Балльная оценка состояния атмосферного воздуха (фрагмент)

АТЕ	Аэрогенная (балл)		$I_{\text{возд}}$	АТЕ	Аэрогенная (балл)		$I_{\text{возд}}$
	Стационарные источники	Передвижные источники			Стационарные источники	Передвижные источники	
Пермь	5	5	5	Осинский	2	2	2
Березники	5	5	5	Оханский	1	1	1
Губаха	2	1	1,5	Очерский	3	2	2,5
Кунгур	2	4	3	Пермский	5	5	5
Лысьва	3	4	3,5	Сивинский	1	1	1
Бардымский	5	2	3,5	Уинский	1	1	1

Березовский	5	1	3	Усольский	4	1	2,5
Добрянский	5	4	4,5	Чусовской	5	2	3,5

На основе полученных данных и с использованием программы «AutoCAD 2021» была разработана карта «Интенсивность техногенного воздействия на атмосферный воздух по АТЕ Пермского края» (рис.2.5). Из нее видно, что максимальная техногенная нагрузка на атмосферный воздух наблюдается в пяти административных единицах края с высокой плотностью (0,25-1,18) автодорог (г. Пермь, Чайковский район, г. Березники, г. Соликамск, Добрянский район).

Несколько менее интенсивное воздействие регистрируется в девяти регионах края с меньшей плотностью автодорог (0,19-0,23) и развитием промышленных производств (районы Лысьвенский, Березовский, Октябрьский, Гремячинский и др.). Незначительная степень техногенного воздействия, в том числе и небольшая плотность дорог (0,06-0,15), отмечается на большей части территории края – в 24 регионах, где в основном развиты отрасли сельского хозяйства и деревообработки (Гайнский, Кочевский, Косинский и др.).

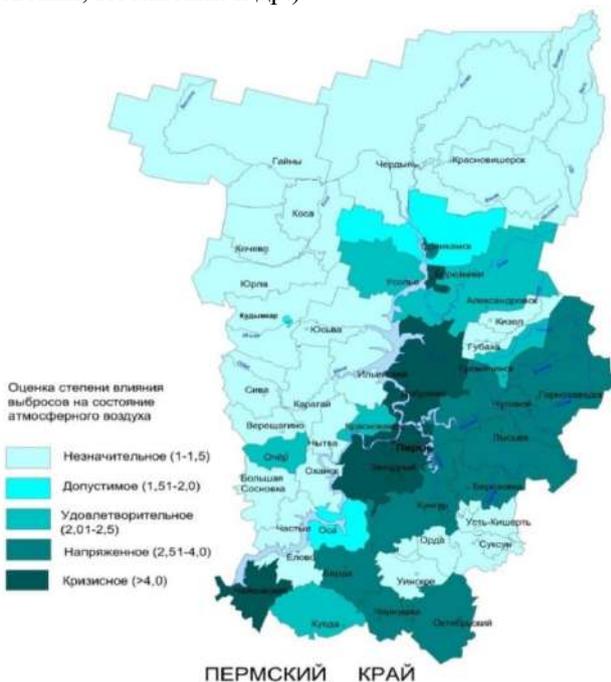


Рисунок 2.5 – Интенсивность техногенного воздействия на атмосферный воздух по АТЕ Пермского края

2.2. Поверхностные водные объекты

Экологическое состояние водных ресурсов территории складывается в результате взаимодействия природной и техногенной составляющей. Основными природными факторами их формирования являются климат и условия подстилающей поверхности. Главными факторами техногенной составляющей являются объемы сбросов сточных вод, а также объем загрязняющих веществ, находящихся в них.

Природные условия формирования водных ресурсов Пермского края. По обеспеченности водными ресурсами Пермский край занимает 1-е место на Урале. На его территории находится около 29000 рек общей протяженностью 90000 км, почти 800 озер, свыше 1000 болот общей площадью вместе с заболоченными лесами около 3 млн. га, три водохранилища и большое количество прудов. Абсолютное большинство рек – малые, менее 100 км длины. Среднегодовалые ресурсы поверхностного стока составляют более 57 км³/год (1,3% объема речного стока России), из них свыше 80 % формируется в пределах края. Гидрографическая сеть бассейна Камы характеризуется сложностью, обусловленной разнообразием форм рельефа.

Водность рек является экологически значимым фактором, который определяет их способность к самоочищению и, как следствие, определяет устойчивость водных объектов к техногенному воздействию (загрязнению и истощению). Для ее определения мы используем гидрологический показатель «норма стока». Нормой годового стока называется его среднее значение за многолетний период, включающий несколько полных лет (не менее двух) циклов колебаний водности реки при неизменных географических условиях и одинаковом уровне хозяйственной деятельности в бассейне реки (Комлев, Черных, 1984). Норма годового стока является основной и устойчивой характеристикой, определяющей общую водность рек и потенциальные водные ресурсы данного бассейна или района. Она служит своего рода гидрологическим «эталоном» или «репером», от которого исходят при определении других характеристик стока, например, годовых величин разной обеспеченности, сезонных и месячных величин, и имеет важное значение при проектировании водохранилищ для гидроэнергетики, орошения, водоснабжения и других видов водохозяйственного строительства (Пособие по определению..., 1984).

Норма годового стока может выражаться в виде: среднего годового расхода воды Q в м³/с; среднего годового объема стока W в м³; среднего годового модуля стока M в л/(с км²); среднего годового слоя Y в мм. Нами в работе использовался модуль минимального зимнего

стока, так как при оценке экологической ситуации используют наихудшие условия формирования стока (в соответствии с СП 33-101-2003).

Единицей исследования является АТЕ, поэтому была разработана карта «Распределение нормы стока по территориям административных районов Пермского края». При этом норма рассматривалась как среднее годовой модуль стока M в л/(с км²).

Для построения карт в настоящей работе с помощью системы ArcGIS были использованы шейп-файлы карт Пермского края, предоставленные Центром картографии и геоинформатики ПГНИУ. Полученные измерения использованы для определения водности административных районов края. Результаты расчета представлены в таблице 2.5.

Значение нормы стока для административных районов определялось согласно «Пособию по определению расчетных гидрологических характеристик» (1984) по карте «Норма минимального зимнего стока» (Атлас Пермского края..., 2012). По картам допускается определять сток рек с площадями водосборов до 50000 км², а при отсутствии резких изменений в рельефе и климатических условий – и для больших площадей. Среднее многолетнее значение нормы стока определяется для центра водосбора путем прямолинейной интерполяции между изолиниями стока (в нашем случае модуля стока). В случае пересечения водосбора несколькими изолиниями район разбивается на элементарные участки, ограниченные рамками района и изолинией. По каждому элементарному участку вычисляется средневзвешенное значение нормы стока между ближайшими изолиниями.

Для того чтобы представить норму стока в виде расхода воды, мы рассчитываем элементарные среднегодовые расходы путем умножения модуля стока элементарного участка на его площадь (2.4):

$$q_n = m_n * f_n \quad (2.4);$$

где n – район, q_n – среднегодовой расход для n -го участка района, m_n – норма стока для n -го участка района, f_n – площадь для n -го участка района.

Расчет нормы стока, выраженной среднегодовым расходом воды, для каждого АТЕ производим путем суммирования значений элементарных расходов воды по формуле 2.5:

$$Q_n = q_1 + q_2 + \dots + q_n \quad (2.5);$$

где q_1, q_2, \dots, q_n – элементарные расходы, Q_n – общий расход по n -му району, n – район.

В случае отсутствия элементарных районов норма стока, выраженная среднегодовым расходом воды, определяется по формуле путем умножения общего модуля стока на площадь района (2.6):

$$Q_i = M_i * F_i \quad (2.6);$$

где i – административный район, Q – общий среднегодовой расход воды, м³/с, M – модуль стока, л/(с*км²), F – площадь района, км².

Для того чтобы определить значение нормы стока для всего района, в виде модуля стока, делим значение среднегодового расхода воды на общую площадь этого района (2.7):

$$M_n = Q_n / F_n \quad (2.7);$$

где n – район, M – модуль стока (л/с)*км², Q_n – среднегодовой расход, м³/с, F – площадь района, км².

Следующим шагом является определение нормы стока для административных районов Пермского края, выраженной в виде среднегодового объема воды. Этот показатель будет характеризовать водозапас района. Для этого норму стока, выраженную среднегодовым расходом воды (л/с) для каждого элементарного участка умножаем на количество секунд в году (2.8):

$$w_i = q_i * 31536000 \quad (2.8);$$

где i – элементарный участок, w – объем воды для элементарного участка, м³, q_i – элементарный среднегодовой расход воды, м³/с.

Затем общий объем воды в районе вычисляется путем суммирования элементарных объемов воды (2.9):

$$W_i = w_1 + w_2 + \dots + w_n \quad (2.9);$$

где I – АТЕ, W_i – общий объем воды в i -том районе, м³, w_1, w_2, w_n – элементарные объемы воды, м³.

В случае отсутствия элементарных районов норма стока, выраженная среднегодовым объемом воды, определяется по формуле путем умножения общего среднегодового расхода воды на количество секунд в году (2.10):

$$W_i = Q_i * 31536000 \quad (2.10);$$

где i – административный район, Q – общий среднегодовой расход воды, м³/с, W – объем воды, м³.

Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Сводная таблица нормы стока в Пермском крае (фрагмент)

АТЕ	Площадь участка, км ²	Площадь, км ²	Норма стока, выраженная в					
			элементарный модуль стока, (л/с)*км ²	общий модуль стока, л/с км ²	элементарный расход воды, л/с	Общий расход воды, л/с	Элементарный объем воды, тыс.м ³	Объем воды в АТЕ, тыс.м ³
Бардымский	490	2341,0	3,5	2,7	1715	6341,8	54084,2	199993,3
	1850,7		2,5		4626,8		145909,1	

Березовский	996	1979,0	2,5	3,0	2490	5928,8	78524,6	186969,1
	982,5		3,5		3438,8		108444,4	
Еловский	1417,6	1417,6	2,7	2,7	3827,5	3827,52	120704,7	120704,7

Расчет обеспеченности АТЕ водными ресурсами. Как уже говорилось, норма годового стока, является основной и устойчивой характеристикой, определяющей общую водность рек и потенциальные водные ресурсы данного района. В качестве расчетной характеристики нами была взята норма стока, выраженная среднегодовым объемом воды. Этот показатель позволил оценить потенциальные водные ресурсы и сравнить их с условной нормой.

В нашей методике за оценочную величину мы берем значение 50% обеспеченности, что соответствует в данном случае среднегодовому значению по краю. В соответствии с методикой (глава 1) нами были определены коэффициенты водности (2.11):

$$K_{\text{норм}} = \frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{ф}}} \quad (2.11);$$

где $K_{\text{норм}}$ – относительный коэффициент, характеризующий степень обеспеченности поверхностные водных объектов водными ресурсами в i -том АТЕ, определяемый по норме стока, $K_{\text{ф}}$ – фактическое значение нормы стока; $K_{\text{н}}$ – его условная норма – величина нормы стока, соответствующая его 50% обеспеченности (165750 л/с*км).

Кривая обеспеченности представлена на рисунке 2.2.

Полученные данные нашли свое отражение в карте обеспеченности территории Пермского края водными ресурсами (рис.2.6), из которой видно что наибольшие показатели водности (1 балл) наблюдаются на 32% территории края – это районы: Гайнский (1336765,3тыс.м³), Красновишерский (1998605тыс.м³) и Чердынский (1769064,5тыс.м³). Эти районы занимают большие по площади территории и обладают достаточно развитой гидрографической сетью.

Чуть меньшими потенциальными ресурсами вод (2 балла) обладают 13% территорий края: Добрянский (408927,3тыс.м³), Александровский (542867тыс.м³), Соликамский ГО (371396,3тыс.м³), Октябрьский (384351,31тыс.м³) и Горнозаводский (408927,3 тыс.м³) районы. Наименьшие показатели водности (4-5 баллов) зафиксированы почти на половине территорий (47%).

Полученные данные говорят о том, что более 50% территорий края обладают достаточными потенциальными водными ресурсами, превышающими среднекраевые значения.

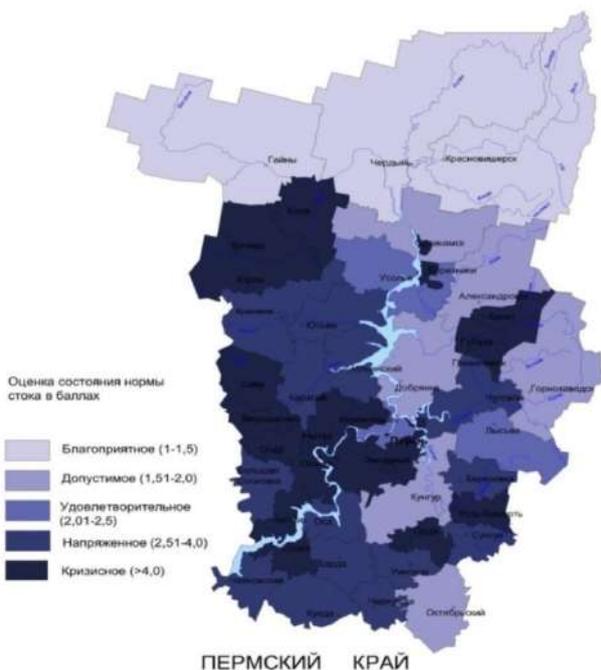


Рисунок 2.6 – Карта обеспеченности территории Пермского края водными ресурсами

Использование водных ресурсов. Общий объем забора и сброса вод в поверхностные водные объекты отображает водохозяйственный баланс, который в свою очередь определяет обеспеченность территории водными ресурсами (водообеспеченность). Основными потребителями свежей воды являются промышленность, покрытие потребностей которой за счет природных поверхностных водоисточников в 2017 году составляет около 90,1 % общего водопотребления; сельское хозяйство, включающее орошение засушливых земель, доля которого составляет соответственно 0,1 %. Далее идут хозяйственно-питьевые нужды – 7,4 % (табл.2.6).

Таблица 2.6

Использование свежей воды								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Миллионов кубических метров								
Всего	2478,3	2392,3	1959,2	2154,2	2141,7	1935,8	1592,8	602,6
из них:								
на орошение и	2,1	2,0	1,5	1,6	1,6	1,6	1,8	1,6

сельскохозяйственно е водоснабжение								
на производствен- ные нужды	2282,7	2189,6	1775,5	1973,4	1977,7	1779,8	1431,3	1444,3
на хозяйственно- питьевые нужды	163,3	154,6	147,0	141,0	126,5	120,9	122,9	118,9
В процентах к итогу								
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100
из них:								
на орошение и сельскохозяйственно е водоснабжение	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
на производственные нужды	92,3	92,1	90,6	91,6	92,3	91,9	89,9	90,1
на хозяйственно- питьевые нужды	6,6	6,6	7,5	5,5	5,9	6,2	7,7	7,4

Для оценки водообеспеченности нами были использованы данные по форме федерального статистического наблюдения 2-ТП (Водхоз) «Сведения об использовании воды» за период с 2012 по 2016 год, предоставленные Камским Бассейновым Водным Управлением Федерального Агентства Водных Ресурсов. Установлено, что (рис. 2.7) наибольшие объемы водопотребления приходятся на период 2013 – 2014 года, который характеризовался промышленным ростом и сопровождался инвестиционным подъемом особенно в секторе добывающей промышленности и обрабатывающих производств. Уменьшение водопотребления мы наблюдаем в 2012, 2015 и 2016 годах, что связано с экономикой России в целом (экономический кризис, ввод различных санкций и падение объем производства), а также увеличением водопотребления из подземных водоисточников (2015-2016 гг.).

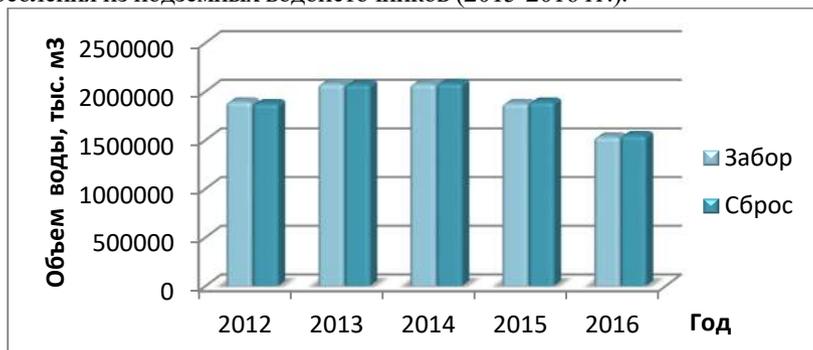


Рисунок 2.7 – Изменение объемов забора и сброса воды за период 2012-2016 гг. (по данным Камского бассейнового водного..., 2019).

С использованием программы ArcGis (Минкина, 2020) были построены карты «Распределения водопотребления воды на хозяйственно-питьевые нужды населения» и «Водопотребление воды из поверхностных водных объектов на промышленные нужды». Их анализ показал: 1) на большей части территории края забор воды на водоснабжение населения производится из подземных водоисточников, кроме центральных и некоторых южных регионов; 2) наибольшее водопотребление отмечается в экономических развитых регионах с большей численностью населения, где расположены крупные промышленные и энергетические комплексы, например города Березники и Соликамск, Александровский, Губахинский, Добрянский районы и г. Пермь; 3) регионы, обладающие наибольшими объемами потребления вод, обладают также максимальными объемами сбросов отработанных загрязненных сточных вод – промышленных, коммунально-бытовых, коллекторно-дренажных и др.

При отсутствии гидробиологических и гидрохимических наблюдений на отдельных водных объектах степень их загрязнения, а, следовательно, и экологическое состояние оцениваются на основании косвенных данных, прежде всего исходя из объема сбросов в водные объекты сточных вод.

Расчет техногенной нагрузки на водные объекты проводился посредством многолетним данным объемов сбросов сточных вод, представленным КамБВУ за период с 2009 по 2018 года. Оценка давалась в соответствии с разработанной методикой (глава 1):

$$K_{сбр} = \frac{K_{ф}}{K_{н}} \quad (2.12);$$

где $K_{сбр i}$ – относительный коэффициент, характеризующий интенсивность техногенного воздействия сбросов сточных вод на поверхностные водные объекты в i -том АТЕ, $K_{ф}$ – фактическое значение объемов сбросов загрязнённых сточных вод; $K_{н}$ – его условная норма – величина объемов сбросов загрязнённых сточных вод, соответствующая его 50% обеспеченности (табл.2.7), (рис.2.2).

Таблица 2.7

Техногенная нагрузка на водные объекты (фрагмент)

АТЕ	Средне многолетние данные, млн.м ³	$K_{сбр}$	Балл	АТЕ	Средне многолетние данные, млн.м ³	$K_{сбр}$	Балл
50% обеспеченность по краю=8,95млн.м ³							
Гайнский	0	0	1	Сивинский	0,11	0,012	1

Кочевский	0,01	0,001	1	Соликамский	6,25	0,699	2
Кудымкар-ский	0,02	0,003	1	Суксунский	0,23	0,025	1
Юсьвинский	0,05	0,006	1	Усольский	0,19	0,021	1
г. Кудымкар	0,89	0,100	1	Частинский	0,05	0,005	1
Бардымский	0,12	0,013	1	Чердынский	0,63	0,07	1
Березовский	0,04	0,004	1	Чернушин-ский	2,82	0,316	1
Б-Сосновский	0	0	1	г. Пермь	68,71	7,681	5
Верещагинский	0,9	0,112	1	Алексан-дровск	2,52	0,282	1
Горнозавод-ский	2,15	0,240	1	г. Березники	97,35	10,88	5
Еловский	0,04	0,005	1	Гремячинский	0,42	0,047	1
Карагайский	0,12	0,014	1	Губахинский	0,2	0,022	1
Кишертский	0,03	0,003	1	Добрянка	5,05	0,564	2
Красновишер-ский	1,97	0,221	1	Кизеловский	4,26	0,476	1
Куединский	0,03	0,003	1	Краснокамск	49,20	5,5	5
Кунгурский	2,86	0,320	1	г. Кунгур	0,76	0,085	1
Нытвенский	4,77	0,534	2	Лысьвенский	5,70	0,637	2

Результат – карта «Интенсивность воздействия техногенной нагрузки на экологическое состояние водных ресурсов в Пермском крае» (рис.2.8) (Минкина, 2020).

Из нее видно, что сбросы загрязненных сточных вод в 31 из 44 АТЕ меньше значения 50% обеспеченности; в Чусовском районе они находятся на уровне значений 50% обеспеченности. Превышают уровень 50% обеспеченности по краю объемы сбросов в регионах – Перми, Березниках, Соликамске, Пермском и Краснокамском районах.

Наименьшую степень воздействия на водные объекты испытывают типично сельскохозяйственные территории (Березовский, Александровский, Бардымский, Еловский и др.), где большой удельный вес занимают нитраты, азот общий, фосфор общий, калий, органические соединения и т.п. Наибольшую степень воздействия испытывают центральные развитые регионы – г. Пермь, Пермский и Краснокамский районы, а также г. Березники и г. Соликамск (в бассейне реки Иньвы и в западной части Камского водохранилища). На этих территориях находятся крупные промышленные предприятия.

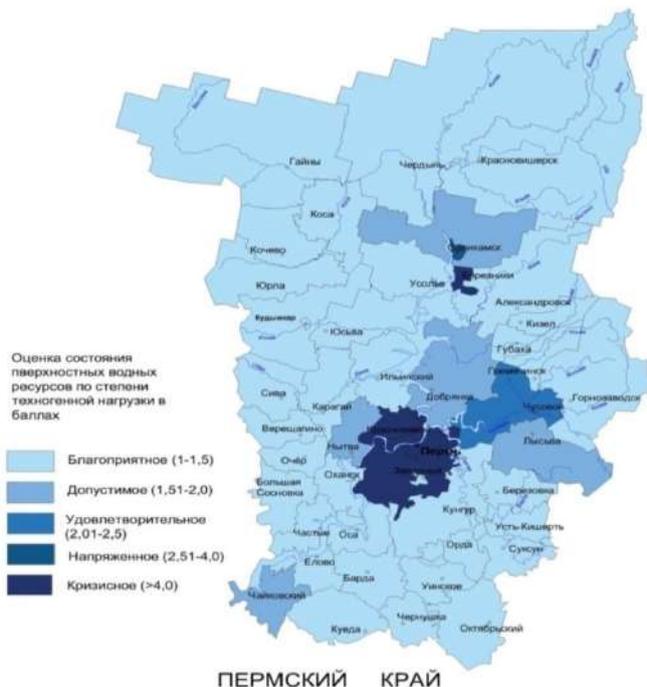


Рисунок 2.8 – Интенсивность воздействия техногенной нагрузки водные ресурсы в Пермском крае (Минкина, 2020)

Химический состав вод. Важной характеристикой техногенной нагрузки является химический состав сточных вод, в зависимости от специализации района он различен. Максимальные концентрации нефти и нефтепродуктов в сточных водах наблюдаются в районах с нефтяной, нефтедобывающей и топливной промышленностью – Добрянке, Пермском районе, Краснокамске и Перми. В районах с развитой химической промышленностью (г.г. Соликамск, Березники Пермь) сточные воды загрязнены органическими растворителями, аминами, альдегидами, хлором и его производными, оксидами азота, фторидами, сернистыми соединениями (диоксид серы, сероводород, сероуглерод), металлорганическими соединениями, соединениями фосфора, ртутью (Влияние предприятий химической..., 2019).

Отрасли машиностроения и металлообработки преимущественно представлены в Перми, Кунгуре и Лысьве, о чем свидетельствует нали-

чие в сточных водах этих регионов значительного количества нефтепродуктов, сульфатов, хлоридов, взвешенных веществ, соединений азота, солей железа, меди, цинка, никеля, хрома, фосфора, кадмия.

В сбрасываемых водах от предприятий пищевой промышленности присутствует значительное количество поваренной соли, моющих, дезинфицирующих веществ, нитриты, фосфаты, щелочи, кислоты, возможно присутствие болезнетворных микроорганизмов (Матвеев с соав., 2007). В Пермском крае – это Добрянка, Нытвенский, Кунгурский, Кудымкар, Верещагинский, Пермь, Краснокамск.

Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность являются одной из основных отраслей промышленности края. Основные районы развития этих отраслей промышленности – Краснокамск, Пермь, Нытвенский район, Чусовской, Добрянка и др. Главный источник образования загрязненных сточных вод в отраслях – производство целлюлозы, базирующееся на сульфатном и сульфитном способах варки древесины и отбелке полуфабриката с применением хлорпродуктов (Матвеев с соав., 2007). Загрязненные сточные воды предприятий отрасли характеризуются наличием в них таких вредных веществ, как сульфаты хлориды, нефтепродукты, фенолы, а также формальдегиды, метанол, фурфурол, диметилсульфид.

Среди загрязнителей воды наибольшую опасность представляют фенолы, нефть и нефтепродукты, соли тяжелых металлов, радионуклиды, пестициды и другие органические яды, биогенная органика, насыщенная бактериями, минеральные удобрения и т. д. (Коробкин, Передельский, 2006). Самые токсичные стоки в центральных районах Пермского края. Однако следует учитывать, что вредность сбросов не всегда соответствует их объемам. Наибольшей токсичностью характеризуются сбросы городов.

Частный индекс состояния водных ресурсов. Двумя основными характеристиками, определяющими экологическое состояние водных объектов, являются водность рек (определяет их самоочищающую способность) и степень техногенной нагрузки на них (загрязнение).

В соответствии с методикой (глава 1) был рассчитан частный индекс состояния водных ресурсов по формуле:

$$I_{\text{воді}} = (K_{\text{норм}} + K_{\text{сбр}})/2 \quad (2.13);$$

где $I_{\text{воді}}$ – частный индекс состояния водных ресурсов i -го АТЕ; $K_{\text{сбр}}$ – относительный коэффициент, характеризующий интенсивность воздействия сбросов сточных вод на поверхностные водные объекты i -го АТЕ. $K_{\text{норм}}$ – относительный коэффициент техногенной нагрузки на

атмосферу от стационарных/передвижных источников *i*-го АТЕ. Результаты расчетов приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8

Сводная таблица экологического состояния водных ресурсов Пермского края

АТЕ	Балл техно-генной нагрузки на водные объекты	Балл водных ресурсов	I _{вод}	АТЕ	Балл техно-генной нагрузки на водные объекты	Балл водных ресурсов	I _{вод}
Александровский	1	2	1,5	Куединский	1	4	2,5
Бардымский	1	4	2,5	Кунгурский	1	2	1,5
Березники	5	5	5	Лысьвенский	2	3	2,5
Березовский	1	4	2,5	Нытвенский	2	5	3,5
Б-Сосновский	1	4	2,5	Октябрьский	1	2	1,5
Верещагинский	1	5	3	Осинский	1	4	2,5
Гайнский	1	1	1	Оханский	1	5	3
Губахинский	1	5	3	Очерский	1	5	3
Горнозаводский	1	2	1,5	Пермский	5	3	4
Гремячинск	1	5	3	Пермь	5	5	5
Добрянка	2	2	2	Сивинский	1	5	3
Еловский	1	5	3	Соликамск	4	5	4,5
Ильинский	1	4	2,5	Соликамский	2	2	2
Звездный	1	5	3	Суксунский	1	4	2,5
Карагайский	1	4	2,5	Уинский	1	4	2,5
Кизеловский	1	5	3	Усольский	1	3	2
Кишертский	1	5	3	Чайковский	2	4	3
Косинский	1	5	3	Частинский	1	5	3
Кочевский	1	5	3	Чердынский	1	1	1
Красновишерский	1	1	1	Чернушинский	1	4	2,5
Краснокамск	5	5	5	Чусовской	3	4	3,5
Кудымкарский	1	4	2,5	Юрлинский	1	5	3
Юсьвинский	1	4	2,5				

Результаты (табл.2.8) использованы для построения карты «Экологическое состояние водных ресурсов в административно-территориальных единицах Пермского края» (рис.2.9).

Полученные результаты говорят о том, что в наилучшем состоянии находятся водные ресурсы Чердынского, Красновишерского, Гайнского, а также Октябрьского, Кунгурского, Горнозаводского и Александровского районов. Экологическое состояние водных объектов в этих

районах можно охарактеризовать как благоприятное. Общей их чертой является большая площадь территорий и преимущественное развитие сельского хозяйства. Наиболее крупные производства по добыче полезных ископаемых сосредоточены в Александровском и в Красновишерском районе. Однако основной вид загрязнения окружающей среды от этого вида производства – образование и накопление отходов, что в большей степени влияет на загрязнение почвенной составляющей.

Допустимое состояние водных ресурсов отмечается в трех центральных районах (Усольский, Соликамский и Добрянский). В удовлетворительном состоянии находятся водные ресурсы 10 административных единиц края, расположенных преимущественно на западе и юге (Кудымкарский, Юсьвинский, Карагайский, Бардымский и др. районы), а в напряженном – 18 АТЕ. В наихудшем экологическом состоянии находятся водные ресурсы городов Березники, Соликамск, Пермь, районы Краснокамский и Пермский. Их экологическое состояние можно охарактеризовать как кризисное. Здесь максимальная концентрация промышленности, представленной разными отраслями, и невысокая обеспеченность водными ресурсами.

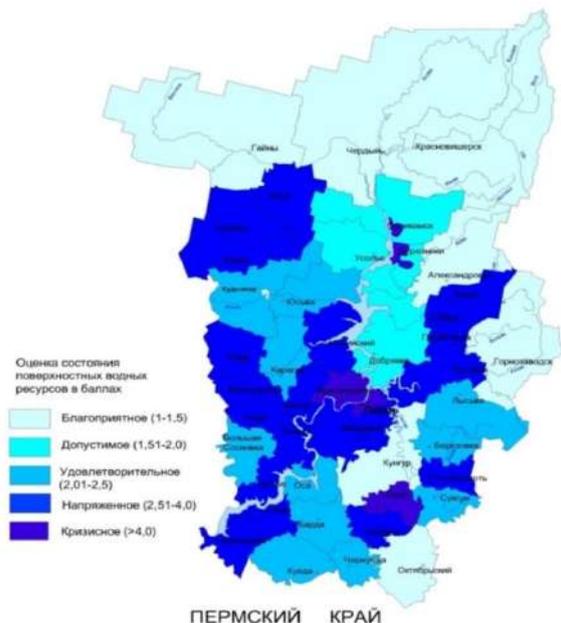


Рисунок 2.9 – Экологическое состояние поверхностных водных ресурсов административных районов Пермского края

2.3. Состояние почв

Природные условия формирования экологического состояния почв в большей степени определяют механический состав и степень плодородия, в то время как техногенные факторы оказывают большее влияние на химический состав почв, загрязнение тяжелыми металлами, деградацию и истощение почв. Состояние почвенных ресурсов АТЕ края, на которых ведется интенсивное сельское хозяйство, характеризуются экологическими проблемами, связанными с их распаханностью. Это – смыв почв, интенсивное оврагообразование, потеря почвенного плодородия (снижение гумуса до 30-50%), загрязнение среды минеральными удобрениями, пестицидами и животноводческими стоками, а также сильная дигрессия пастбищ в связи с перевыпасом скота на ограниченных площадях.

Природные условия формирования почв. К природным условиям формирования почвенного покрова можно отнести климат, рельеф и геологическое, строение, почвообразующие породы, гидрологические условия. Однако, наиболее значимыми, на наш взгляд являются показатели, которые в большей степени определяют механический состав почв и степень плодородия: кислотность почв, содержание гумуса, ветровая и водная эрозия, степень оврагообразования.

Доля кислых почв в регионе является одним из основных показателей, определяющим плодородие земель. Наличие ионов водорода (Н-ионов) в почвенном растворе, а также обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе при неполной нейтрализации придаёт почве кислую реакцию (Министерство природных ресурсов..., 2020). Она влияет на развитие корней и доступ к растению питательных веществ. От показателей кислотности также зависит проникновение в ткани растений тяжелых металлов (Кислотность почвы..., 2019).

Довольно значительные площади Пермского края заняты кислыми почвами. Наибольший удельный вес их в Куединском (74,2%), Кунгурском (57,4%) Чернушинском (58,6%), Б-Сосновском (66,6%) и Суксунском (46,8%) районах, наименьший – в Гремячинском (0,41%), Гайнском (0,79%), Красновишерском (0,97%) районах.

Большие площади кислых почв в Чернушинском, Кунгурском и Куединском районах можно объяснить природным характером серых лесных почв. В то время, как наличие кислых почв в Б-Сосновском и Суксунском районах результат сельскохозяйственной деятельности.

Гумус (лат. humus «земля, почва») – основное органическое вещество почвы, содержащее питательные вещества, необходимые высшим растениям. Среднегодовое содержание гумуса в почвах Пермского

края составляет 2,7%. Самое высокое процентное его содержание отмечается в Ординском (7,97%), Октябрьском -7,17%, а также в Суксунском – 5,83% районах; самое низкое – в Александровском (1,57%), Чердынском (1,77%) и Усольском районах (1,83%). Высокое содержание гумуса в Ординском и Суксунском районах можно объяснить присутствием черноземов и серых-лесных почв. Низкое содержание гумуса в Александровском и Чердынском районах вероятнее всего связано с наличием в районах сильноподзолистых и бурых почв.

Эрозия почвы – процесс, в ходе которого разрушаются и уносятся (ветром или водными потоками) верхние, наиболее плодородные, слои почвы. Выделяют ветровую и водную эрозии. *Ветровая эрозия (дефляция) почв* – это процесс, при котором мельчайшие почвенные частицы выдуваются и переносятся ветром, благодаря чему сносится верхний слой почвы. *Водная эрозия почв* – разрушение и смыв почвы водными потоками. Такая эрозия наносит огромный экологический ущерб: стекающая вода образует промоины и овраги, вымывает из земли органические и минеральные вещества, что приводит к потере плодородия почвы.

Как было сказано выше, почти 90% пашни Пермского края приходится на дерново-подзолистые почвы. У этого типа почв плодородными являются лишь верхние 18-20см, поэтому наиболее опасны широко развитые процессы водной эрозии. Эрозионные процессы ежегодно уносят с полей края 18,6млн. т. почвы, при этом теряется около 0,4т. гумуса с каждого гектара. В той или иной степени, эродированы и продолжают разрушаться более 40% пахотных массивов края (Егоренков, Кочуров, 2005).

Наибольшие площади водной эрозии территории отмечаются на территориях Куединского (60,2тыс.га), Нытвенского (59,1тыс.га), Большесосновского (46,7тыс.га) и Чусовского районов (44,7тыс.га), наименьшие – в Гремячинском (0,7тыс.га), Верещагинском (4,1тыс.га) районах.

Вероятнее всего, основной причиной развития водной эрозии в Куединском, Нытвенском, Б-Сосновском и Чусовском районах края является сельскохозяйственная деятельность.

Наибольшие площади ветровой эрозии отмечаются в Чайковском (20,9тыс.га) и Соликамском (19,3тыс.га) районах, наименьшие – в Верещагинском (0,1 тыс.га), Бардымском (0,3тыс.га) и Пермском (0,4тыс.га) районах.

Образование оврагов – это результат современного рельефообразующего процесса, осуществляемого временными русловыми потоками

дождевых и талых вод, и приводящего к образованию линейных эрозионных форм расчленения поверхности суши – оврагов. Основными природными факторами оврагообразования служат гидрометеорологические и геолого-геоморфологические условия: осадки летнего периода и запасы воды в снежном покрове перед снеготаянием, горизонтальная расчлененность территории долинно-балочной сетью, размываемость грунтов, глубина базиса эрозии, крутизна и форма склонов речных долин, балок и суходолов.

В настоящее время образование оврагов, как правило, связано с нарушением сложившегося природного комплекса под влиянием техногенного воздействия. Однако в дальнейшем они развиваются по законам природных процессов. Отрицательная роль оврагообразования проявляется в первую очередь в разрушении и потере плодородного почвенного горизонта, в разрушении коммуникаций, объектов промышленного и жилищного строительства, дорог и т. п. (Овражность..., 2019).

В Пермском крае максимальные значения густоты оврагов отмечаются в Добрянском (29,6м/км²), Кунгурском (20,1м/км²), Соликамском (18,8м/км²), и Губахинском районах (25,1м/км²), минимальные – в Бардымском (0,7м/км²), Александровском (0,4м/км²) и Сивинском (0,1м/км²) районах. Такие показатели могут быть связаны со строением почв, как в Соликамском районе и г. Березники, хотя данных о показателях почв в г. Березники у нас, к сожалению нет. Провалы в Березниках и Соликамске – проседания грунта и техногенные землетрясения на территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей. Эти территории расположены на шахтных выработках Верхнекамского месторождения. Причинами провалов является высокая закарстованность территории и высокая техногенная нагрузка на почвы.

Характеристика состояния почвенного покрова Пермского края учитывает: долю кислых почв, содержание гумуса, площади ветровой и водной эрозии, и густота оврагов. Исходными данными послужили данные Государственного доклада «Состояние и охрана окружающей среды в Пермском крае» за среднесрочный период (Состояние и охрана..., 2000-2018).

Оценка интенсивности воздействия природных и техногенных факторов на почвенный покров (кроме показателя % содержания гумуса) проводилась в соответствии с разработанной нами методикой (глава 1) по формулам:

$$K_{\text{кисл}i} = \frac{K_{\phi}}{K_n} \quad (2.14);$$

где $K_{\text{кисл}i}$ – относительный коэффициент, характеризующий степень кислотности почв в i -том АТЕ, K_{ϕ} – фактическое значение кислотности

почв; K_n – условная норма – значение величины кислотности почв, соответствующая ее 50% обеспеченности = 29,68% (рис.2.10).

$$K_{\text{вод.э.}i} = \frac{K_{\phi}}{K_n} \quad (2.15);$$

где $K_{\text{вод.э.}}$ – относительный коэффициент, характеризующий степень развития водной эрозии в i -том АТЕ, K_{ϕ} – фактическое значение водной эрозии; K_n – условная норма – значение величины водной эрозии, соответствующая ее 50% обеспеченности = 21,73 тыс. га (рис.2.10).

$$K_{\text{ветр.э.}i} = \frac{K_{\phi}}{K_n} \quad (2.16);$$

где $K_{\text{ветр.э.}}$ – относительный коэффициент, характеризующий степень развития ветровой эрозии в i -том АТЕ, K_{ϕ} – фактическое значение ветровой эрозии; K_n – условная норма – значение величины ветровой эрозии, соответствующая ее 50% обеспеченности = 4,38 тыс. га (рис. 2.10).

$$K_{\text{овр}i} = \frac{K_{\phi}}{K_n} \quad (2.17);$$

где $K_{\text{овр.э.}}$ – относительный коэффициент, характеризующий степень развития густоты оврагов в i -том АТЕ, K_{ϕ} – фактическое значение густоты оврагов; K_n – условная норма – значение величины густоты оврагов, соответствующая ее 50% обеспеченности = 7,87 м/км² (рис. 2.10).

Оценка содержания гумуса в почвах проводилась по формуле

$$K_{\text{гум}i} = \frac{K_n}{K_{\phi}} \quad (2.18);$$

где $K_{\text{гум}i}$ – относительный коэффициент, характеризующий степень обеспеченности почв гумусом в i -том АТЕ, K_{ϕ} – фактическое значение содержания гумуса; K_n – его условная норма – величина содержания гумуса, соответствующая его 50% обеспеченности = 3,02 %.

За норму взяты значения 50% обеспеченности (рис. 3.10) по каждому параметру (в долях): площадей, подверженных водной ($K_{\text{э. вод.}}$) и ветровой эрозии ($K_{\text{э. ветр.}}$), густоты оврагов ($K_{\text{овр.}}$), удельного веса кислых почв ($K_{\text{к.п.}}$) и процентного содержания гумуса в почвах ($K_{\text{гум}}$).

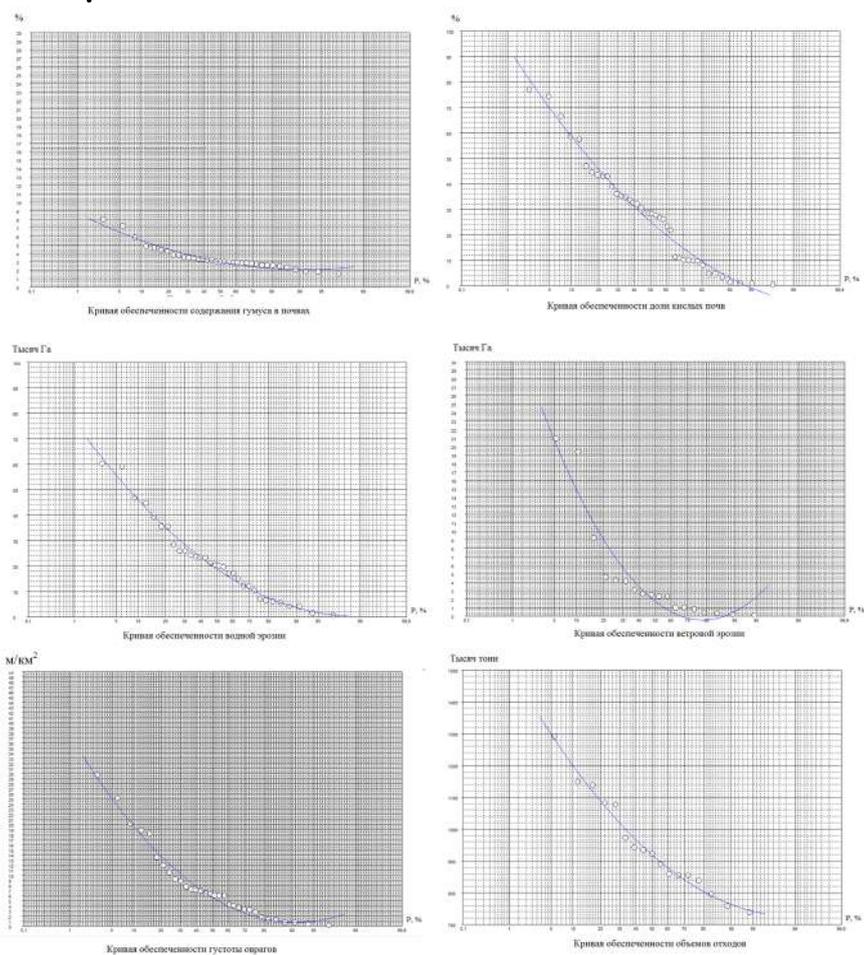


Рисунок 2.10 – Кривые обеспеченности природных и техногенных факторов состояния почвенного покрова

С учетом полученных коэффициентов был рассчитан средний балл влияния природных условия на состояние почв по территориям АТЕ и разработана карта «Степень влияния природных условий на состояние почвенного покрова в пределах Пермского края» (рис.2.11).

Анализ карты (рис. 2.11) показал, что в 18 АТЕ края, расположенных преимущественно в центральной и западной частях (г. Пермь, Ча-

стинский, Карагайский, Нытвенский и др. АТЕ), состояние почв оценивается как напряженное; в 3 АТЕ – как кризисное (г. Пермь, Частинский и Кудымкарский районы); в 13 регионах – как удовлетворительное (Кишерский, Октябрьский, Уинский и др. районы). Допустимое состояние почвенного покрова наблюдается в 14 АТЕ Пермского края, составляя при этом около трети территории. Таким образом, на большей части территорий экологическое состояние почвенного покрова характеризуется как напряженное.

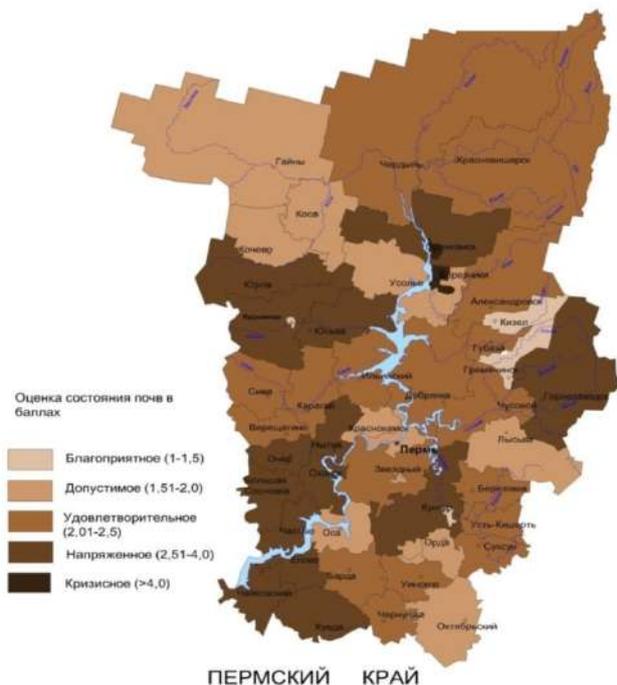


Рисунок 2.11 – Степень влияния природных условий на состояние почвенного покрова в пределах Пермского края

Техногенные нагрузки как фактор формирования экологического состояния почв. Основные виды техногенного воздействия, которым подвергаются почвы в Пермском крае – сельскохозяйственное использование земель и добыча полезных ископаемых.

В структуре земельного фонда в настоящее время преобладают земли лесного фонда – 10172,8га или 63,5% от общей площади (в 1999г – 59%), Земли сельскохозяйственного назначения занимают 4309,1га или 26,9% (в 1999г. – 28%), 408,2 га или 2,5% (в 1999 г. – 5%)

отнесены к землям запаса, земли населенных пунктов занимают 446,6 га или 2,8% (в 1999г. – 3% территории). Остальные категории земель составляют в совокупности 4,3% территории края (рис.2.12).

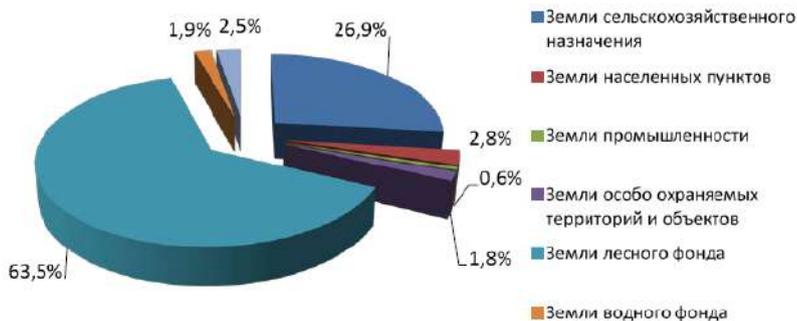


Рисунок 2.12 – Распределение земельного фонда Пермского края по категориям, % (Лесной план Пермского края..., 2020)

На территории края расположено 605 объектов размещения промышленных и бытовых отходов (свалок, полигонов). Отходами занято свыше 4400га земли края.

Размещение отходов по территории Пермского края оценка его последствий для территории административных районов края. В результате хозяйственной деятельности предприятий в крае образуется более 2000 видов отходов производства и потребления (Состояние и охрана..., 2018). Основную массу накопленных отходов составляют отходы добычи и производства минеральных удобрений (солеотходы и глинистые шламы). Эти отходы размещены на территории городов Березники и Соликамск. Складирование и хранение отходов производства происходит на площадках, большинство которых не отвечает санитарным и экологическим требованиям. Не соблюдается технология складирования, отсутствует система экологического контроля и мониторинга. Основным методом обезвреживания отходов является их наземное размещение с использованием не имеющих гидроизолированного основания прудов-накопителей и свалок.

Относительно небольшой объем отходов размещается на ведомственных полигонах, которые в большинстве своем отвечают нормативным требованиям. Большая часть отходов производства вывозится на свалки твердых коммунальных отходов (ТКО) больших городов и районов края в нарушение действующих нормативов и правил.

Для оценки интенсивности нагрузки от отходов очень важно проанализировать их «качественную» значимость. Для этого нами собраны

данные по образованию отходов по классам опасности за 2018 год. Наиболее распространены отходы класса опасности (97% районов); на втором месте – отходы IV класса (3,2%). Отходы III класса составляют 0,3979% от общего количества отходов, а II класса опасности – лишь 0,0078%. На долю отходов I класса, создающих кардинальное, не поддающееся восстановлению, изменение экологической составляющей, приходится 0,003%.

Наибольший удельный вес отходов I класса приходится на развитые промышленные АТЕ – г. Пермь, г. Березники, Чайковский и Пермский районы; наименьший – на сельскохозяйственные АТЕ (Юрлинский, Чердынский, Ильинский и др.).

Отходы II класса опасности имеют высокую степень вредного воздействия на природу и, как и отходы I класса, являются преимущественно производными промышленности. Наибольший удельный вес они имеют в Губахинском районе, и, в не имеющих крупных промышленных производств – Косинском, Юрлинском и др. АТЕ.

Наибольший удельный вес умеренно опасных отходов III класса имеют территории Чернушинского, Пермского, Краснокамского, Ординского районов и г. Пермь. Здесь развиты отрасли машиностроения и нефтегазодобывающей промышленности.

Наибольшее количество отходов IV и V класса опасности, наименее вредных для окружающей среды (в основном бытовых и строительных отходов), расположено в районах добычи полезных ископаемых – Чусовском, Соликамском, Александровском, Красновишерском районах, Березниках и Соликамске. Наименьшее количество отходов IV и V классов производят АТЕ, где преобладает сельское хозяйство – Уинский, Сивинский, Еловский и др.

Наибольший объем образования отходов приходится на г. Березники (17373454 тыс.т/год), за ним идут Соликамский район (867948тыс.т/год) и г. Соликамск (7500555тыс.т/год). Наименьший объем отходов производят территории районов Еловского (72 тыс.т/год), Кишерсткого (96тыс.т/год) и Уинского районов (2462-тыс.т/год).

Оценка роли отходов в формировании экологического состояния Пермского края. Нагрузка отходов на почвы рассчитывалась через относительный коэффициент по формуле:

$$K_{отхi} = \frac{K_{\phi}}{K_n} \quad (2.19);$$

где $K_{отхi}$ – относительный коэффициент, характеризующий нагрузку отходов на почвы в i -том АТЕ, K_{ϕ} – фактическое значение объема отходов;

K_n – условная норма – значение величины объема отходов, соответствующая ее 50% обеспеченности, равная 921,618тыс. тонн (рис.2.10).

Результаты расчета техногенной нагрузки на почвы представлены в таблице 2.9 и на карте (рис.2.13).

Таблица 2.9

**Размещение отходов по территории и состояние почв
Пермского края (фрагмент)**

АТЕ	Средне­мно­го­лет­ний объем отходов, тыс.т/год	Котх	Балл	Состояние почв
Александровск	1755,3	1,905	4,5	Кризисное
Бардымский	4,9535	0,005	1	Благоприятное
Березники	13709	14,88	5	Кризисное
Березовский	32,317	0,035	1	Благоприятное
Б-Сосновский	21,118	0,023	1,5	Благоприятное
Верещагинский	17,163	0,019	1,5	Благоприятное
Гайнский	8,6796	0,009	1	Благоприятное
Горнозаводской	953,3	1,034	3,5	Напряженное
Кизеловский	4,8876	0,005	3	Напряженное
Кишертский	22,614	0,025	1	Благоприятное
Косинский	3,5349	0,004	1	Благоприятное
Кочевский	7,6248	0,008	1	Благоприятное
Краснокамский	195,67	0,212	3	Напряженное
Кудымкар	10,954	0,012	1	Благоприятное
Кудымкарский	34,342	0,037	1	Благоприятное
Куединский	40,126	0,044	1,5	Благоприятное
Лысьвенский	38,874	0,042	1,5	Благоприятное
Нытвенский	122,91	0,133	1,5	Благоприятное
Перь	606,69	0,658	3	Напряженное
Сивинский	20,734	0,022	1	Благоприятное
Соликамск	11634	12,62	5	Кризисное
Октябрьский	38,778	0,042	1,5	Благоприятное

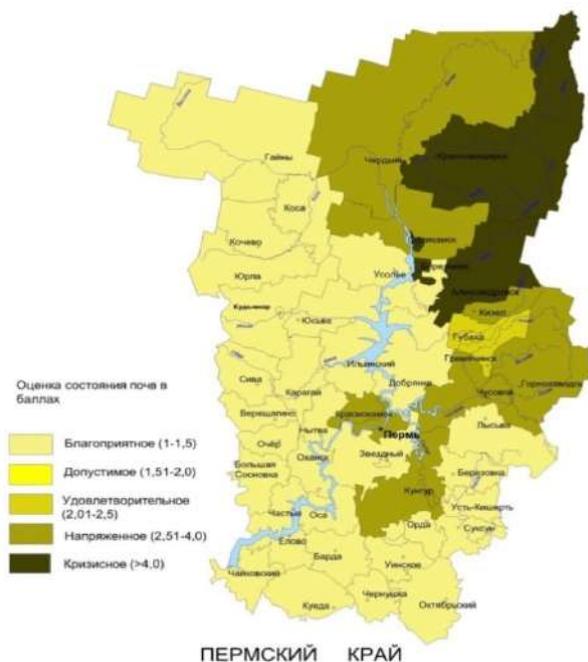


Рисунок 2.13 – Состояние почв в результате размещения отходов в пределах Пермского края

Частный индекс состояния почв. Оценка экологического состояния почв проведена по формуле:

$$I_{\text{почв}} = (K_{\text{гум}} + K_{\text{кисл}} + K_{\text{вод.э.}} + K_{\text{ветр.э.}} + K_{\text{овр}} + K_{\text{отх}}) / m \quad (2.20),$$

где $I_{\text{почв}}$ – частный индекс экологического состояния почв-го АТЕ; $K_{\text{гум}}$ – относительный коэффициент, характеризующий степень обеспеченности почв гумусом, $K_{\text{кисл}}$ – относительный коэффициент, характеризующий степень кислотности почв, $K_{\text{вод.э.}}$ – относительный коэффициент, характеризующий интенсивность воздействия водной эрозии на состояние почв, $K_{\text{ветр.э.}}$ – относительный коэффициент, характеризующий интенсивность воздействия ветровой эрозии на состояние почв, $K_{\text{овр}}$ – относительный коэффициент, характеризующий интенсивность воздействия площади оврагов на состояние почв, $K_{\text{отх}}$ – относительный коэффициент, характеризующий нагрузку от отходов на состояние почв, m – количество слагаемых. Результаты приведены в таблице 2.10, и использованы для построения карты «Оценка состояния почв в АТЕ Пермского края» (рис.2.14).

**Оценка состояния почв в административных районах
Пермского края (фрагмент)**

АТЕ	К _{гум}	К _{кисл}	К _{вод.э}	К _{ветр.э}	К _{ковр}	К _{отх}	Средний балл	Состояние почв
Бардымский	2	4	4	1	1	1	2,10	Напряженное
Березники	-	-	-	-	-	5	5,00	Кризисное
Березовский	2	4	3	-	1	1	2,67	Напряженное
Гайнский	4	1	-	-	-	1	2,00	Благоприятное
Гайнский	4	1	-	-	-	1	2,00	Благоприятное
Добрянский	3	1	2	-	5	1	2,78	Напряженное

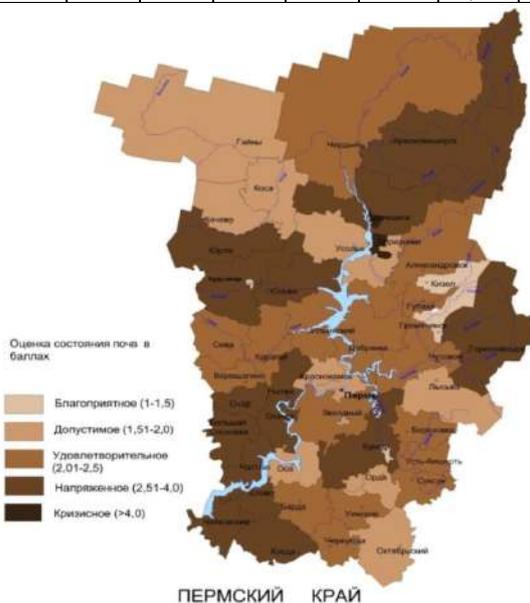


Рисунок 2.14 – Состояние почв на территории Пермского края

Согласно полученным данным, в благоприятном состоянии находятся почвы четырех АТЕ края – г.г. Кудымкар, Кунгур, Кизеловский и Гремячинский районы; в допустимом – 10 АТЕ края (Лысьвенский, Гайнский, Усольский, Осинский и др.); в удовлетворительном – почвы 16 регионов (Чердынский, Пермский, Добрянский, Ильинский и др.); в напряженном – почвы 14 АТЕ края (Чайковский, Куединский, Еловский, Красновишерский и др.); в кризисном – двух регионов – г. Березники и г. Соликамск.

В Красновишерском и Александровском районах объемы образования отходов максимальные, содержание гумуса в кризисном состоянии, однако низкие значения водной и ветровой эрозии, оврагообразования и доли кислых почв, в результате чего общее состояние почв в этих регионах можно оценить как удовлетворительное. В кризисном состоянии находятся почвы Березников и Соликамска – доступные данные были получены только по объемам образования отходов – в результате чего состояние почв оценивается как кризисное. Напряженное состояние природных показателей в Частичном районе и низкая степень техногенного воздействия на почвы обусловили состояния почв в этом районе как напряженное.

2.4. Лесная растительность

Воздействие человека на лесную растительность может быть прямым и косвенным. К прямому воздействию относятся: сплошная вырубка лесов, лесные пожары и выжигание растительности, уничтожение лесов и растительности при создании хозяйственной инфраструктуры (затопление при создании водохранилищ, уничтожение вблизи карьеров, промышленных комплексов), усиливающийся пресс туризма. Косвенное воздействие представляет собой изменение условий обитания в результате техногенного загрязнения воздуха, воды, применения пестицидов и минеральных удобрений. Определенное значение имеет также проникновение в растительные сообщества чуждых видов растений (интродуцентов) (Зиновьева, 2008).

Пермский край относится к группе многолесных регионов. Покрытые лесной растительностью земли занимают 71,3% территории края. Общая площадь земель, на которых расположены леса, составляет 12,4млн. га. В то же время территориальное распределение лесов края крайне неоднородно. В северных, северо-восточных районах и на Среднем Урале местами до 90% территории покрыто лесами. К югу и вокруг крупных населённых пунктов лесистость заметно снижается, а в южных районах она падает до 30-35%. В лесничествах Коми-Пермяцкого округа, а так же в лесничествах, расположенных в северной и северо-восточной частях Пермского края сосредоточено до 40% эксплуатационных запасов спелых и перестойных насаждений. Возрастная структура лесов края не оптимальна для рационального, неистощимого лесопользования, но угрозы нарушения непрерывности лесопользования нет (Лесной план Пермского края..., 2020).

Лесистость территории района определяется как отношение покрытых лесом земель к общей площади, рассматриваемой административной единицы, и выражается в процентах. Величина лесистости по отдельным районам края различна и зависит от физико-географических, климатических и почвенных условий. Динамика лесистости находится под влиянием хозяйственной деятельности человека и стихийных явлений, ведущих к уничтожению лесов. Лесистость по АТЕ края (табл.2.11) колеблется от 30,6% (Чернушинский район) до 91,72% (Горнозаводский район).

Таблица 2.11

Лесистость Пермского края в разрезе административных районов

АТЕ	Лесистость,%	АТЕ	Лесистость,%
Александровский	89,7	Лысьвенский	82,2
Бардымский	55,7	Нытвенский	39
Березовский	48,7	Октябрьский	59,4
Большесосновский	30,8	Ординский	32,1
Верещагинский	40,9	Осинский	47
Гайнский	89,1	Оханский	43,4
Горнозаводский	91,7	Очерский	44,1
Гремячинский	91,5	Пермский	59,1
Губахинский	77,5	Сивинский	60,3
Добрянский	73	Соликамский	76,6
Еловский	34,8	Суксунский	39,5
Ильинский	52	Уинский	55,1
Карагайский	45,9	Усольский	88,9
Кизеловский	87,5	Чайковский	48,6
Кишертский	48,2	Частинский	35
Косинский	83,7	Чердынский	84,1
Кочевский	80	Чернушинский	30,6
Красновишерский	84,8	Чусовской	76,5
Краснокамский	58	Юрлинский	79,3
Кудымкарский	64,9	Юсьвинский	66,6
Куединский	33,8	Кудымкар	16,3
Кунгурский	52,4	Кунгур	15,8
Соликамск	30,9	Звездный	77,6
Березники	49,9	Пермь	42,9

В техногенной динамике лесов края отрицательную роль сыграли концентрированные рубки, в первую очередь наиболее ценных и высоко-

копродуктивных хвойных фитоценозов. В результате обнажались значительные пространства, что вызывало резкое ухудшение всей лесной среды и общей экологической обстановки. В лесном фонде края учтено 2,3млн. га лиственных молодняков и средневозрастных деревьев. Наблюдения и обследования показали, что на 25-30% этих площадей под пологом леса имеется подрост ели.

На основе данных лесного плана Пермского края нами получены данные об объеме рубок главного пользования и лесовосстановления (табл.2.12). Их анализ показал, что наибольшие объемы рубок зарегистрированы в Кунгурском (538т.м³), Суксунском (480т.м³), Соликамском (47т.м³) районах. Наименьшие в Куединском (16т.м³), Чернушинском (35т.м³), Оханском (45т.м³) регионах.

Таблица 2.12

Рубки главного пользования и лесовосстановления в Пермском крае (Лесной план Пермского края..., 2020)

АТЕ	Рубки главного пользования и лесовосстановления, т. м ³	АТЕ	Рубки главного пользования и лесовосстановления, т.м ³
Александровский	59	Куединский	16
Бардымский	361	Кунгурский	538
Березовский	214	Лысьвенский	250
Б-Сосновский	70	Нытвенский	239
Верещагинский	164	Октябрьский	452
Гайнский	-	Ординский	455
Горнозаводский	-	Осинский	48
Гремячинский	68	Оханский	45
ГО Губаха	72	Очерский	52
Добрянский	363	Пермский	402
Еловский	97	Сивинский	297
Ильинский	219	Соликамский	473
Карагайский	131	Суксунский	480
Кизеловский	112	Уинский	352
Кишертский	131	Усольский	271
Косинский	-	Чайковский	234
Кочевский	-	Частинский	175
Красновишерский	263	Чердынский	124
Краснокамский	146	Чернушинский	35
Кудымкарский	-	Чусовской	207
Кудымкар	-	Юрлинский	-

Кунгур	-	Юсьвинский	-
Звездный	-	Соликамск	-
Пермь	-	Березники	123

Частный индекс состояния лесной растительности. В качестве расчетного показателя, характеризующего состояние лесной растительности, нами была выбрана лесистость территории, поскольку она является реальным результатом последствий вырубок. Расчет проводился по формуле:

$$I_{лес} = K_{лесi} = \frac{K_n}{K_\phi} \quad (2.21);$$

где $K_{лес}$ – относительный коэффициент, характеризующий нагрузку на лесную растительность территории в i -том АТЕ, K_ϕ – фактическое значение лесистости; K_n – условная норма – значение величины лесистости, соответствующая ее 50% обеспеченности (рис.2.15), которая равна 60%.

Результаты расчета приведены в таблице 2.13.

Ранжирование территории по степени экологического состояния лесной растительности представлены в таблице 2.14.

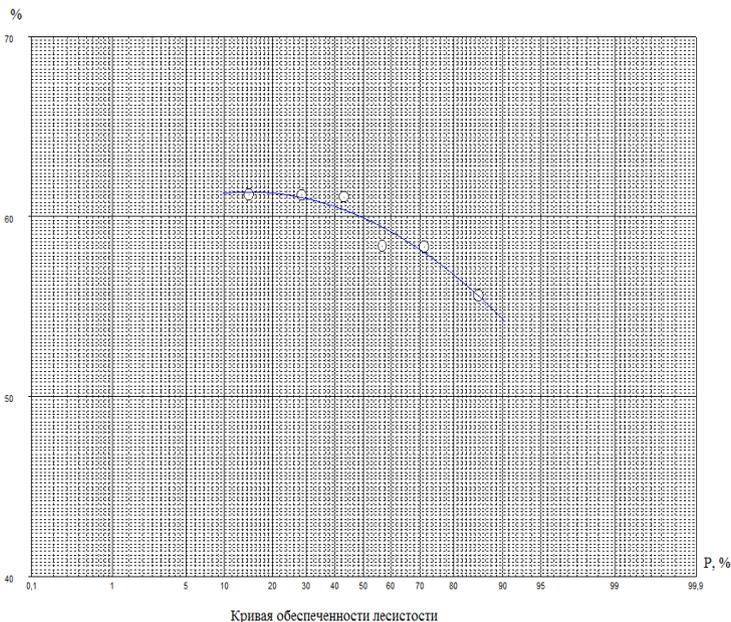


Рисунок 2.15 – Кривая обеспеченности лесистости

Таблица 2.13

Характеристики лесных ресурсов Пермского края

АТЕ	Среднее многолетнее значение	К _{лес}	Балл	АТЕ	Среднее многолетнее значение	К _{лес}	Балл
Александровский	45,95	1,31	2	Кудымкарский	22,93	2,62	3
Бардымский	29,13	2,06	3	Куединский	18,43	3,26	4
Березники	2,60	23,07	4	Кунгур	4,40	13,64	5
Березовский	25,90	2,32	4	Кунгурский	27,75	2,16	4
Б-Сосновский	16,93	3,54	4	Лысьвенский	42,13	1,42	2
Верещагинский	21,90	2,74	4	Нытвенский	21,52	2,79	4
Гайнский	30,60	1,96	2	Октябрьский	30,91	1,94	3
Горнозаводский	31,46	1,91	2	Ординский	17,56	3,42	4
Гремячинский	45,81	1,31	2	Осинский	24,75	2,42	4
Губахинский	39,71	1,51	2	Оханский	23,35	2,57	4
Добрянский	37,38	1,61	2	Очерский	23,35	2,57	4
Еловский	18,93	3,17	4	Пермский	30,38	1,97	3
Звездный	1,39	43,27	2	Пермь	2,70	22,23	4
Ильинский	28,12	2,13	4	Сивинский	31,35	1,91	3
Карагайский	24,31	2,47	4	Соликамск	2,97	20,20	4
Кизеловский	44,92	1,34	2	Соликамский	39,06	1,54	2
Кишертский	25,66	2,34	4	Суксунский	21,28	2,82	4
Косинский	28,79	2,08	2	Уинский	28,72	2,09	3
Кочевский	27,58	2,18	2	Усольский	41,07	1,46	2
Красновишерский	29,16	2,06	2	Чайковский	25,54	2,35	4
Краснокамский	20,67	2,90	3	Частинский	18,91	3,17	4
Кудымкар	4,34	13,82	5	Чердынский	43,21	1,39	2
Юрлинский	27,36	2,19	2	Чернушинский	16,74	3,58	4
Юсьвинский	23,16	2,59	2	Чусовской	39,26	1,53	2

Таблица 2.14

Оценка состояния обеспеченности лесом территорий (в баллах)

АТЕ	Балл	Качественная оценка	АТЕ	Балл	Качественная оценка
Александровский	2	Допустимое	Красновишерский	2	Допустимое
Бардымский	3	Напряженное	Краснокамский	3	Напряженное
Березовский	4	Напряженное	Кудымкарский	3	Напряженное
Б-Сосновский	4	Напряженное	Куединский	4	Напряженное
Верещагинский	4	Напряженное	Кунгурский	4	Напряженное
Гайнский	2	Допустимое	Льсьвенский	2	Допустимое
Горнозаводский	2	Допустимое	Нытвенский	4	Напряженное
Гремячинский	2	Допустимое	Октябрьский	3	Напряженное
Губахинский	2	Допустимое	Ординский	4	Напряженное
Добрянский	2	Допустимое	Осинский	4	Напряженное
Еловский	4	Напряженное	Оханский	4	Напряженное
Ильинский	4	Напряженное	Очерский	4	Напряженное
Карагайский	4	Напряженное	Пермский	3	Напряженное
Кизеловский	2	Допустимое	Сивинский	3	Напряженное
Кишертский	4	Напряженное	Соликамский	2	Допустимое
Косинский	2	Допустимое	Суксунский	4	Напряженное
Кочевский	2	Допустимое	Уинский	3	Напряженное
Чусовской	2	Допустимое	Усольский	2	Допустимое
Юрлинский	2	Допустимое	Чайковский	4	Напряженное
Юсьвинский	2	Допустимое	Частинский	4	Напряженное
Кудымкар	5	Кризисное	Чердынский	2	Допустимое
Кунгур	5	Кризисное	Чернушинский	4	Напряженное
Звездный	2	Допустимое	Соликамск	4	Напряженное
Пермь	4	Напряженное	Березники	4	Напряженное

Полученные значения были использованы при разработке карты «Обеспеченность лесными ресурсами по административным единицам Пермского края» (рис. 2.16).

В результате анализа карты было установлено, что наиболее залесенные АТЕ – в основном регионы северо-востока края. Максимальные значения обеспеченности лесной растительностью наблюдаются в Горнозаводском (91,7%), в Гремячинском (91,5%) и в Губахинском (89,1%) районах. В 10 административных единицах края (Александровский, Горнозаводский, Чердынский, Гайнский и др.), преимущественно на севере и востоке, наблюдается также высокая обеспеченность лесной растительностью, это связано с тем, что показатели лесистости в этих районах наибольшие по краю. Наименьшие значения лесистости – зафиксированы в Кунгуре (16,3% лесистости), и Кудымкаре (15,8% лесистости). Здесь показатели

лесистости территории компенсируются большими объемами вырубок, что негативно на состоянии лесов края.

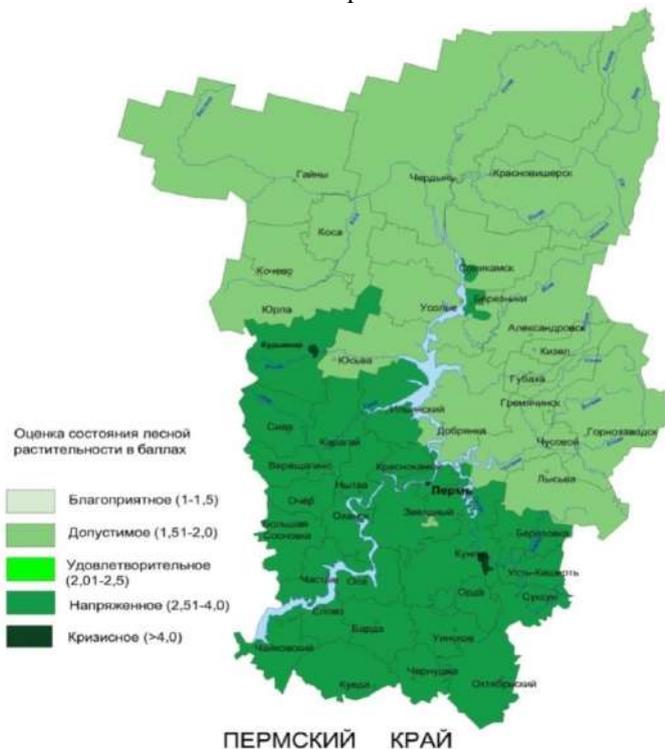


Рисунок 2.16 – Обеспеченность лесными ресурсами по административным единицам Пермского края

2.5. Интегральный индекс экологического благополучия территории

Для расчета интегрального индекса экологического благополучия, дающего комплексное представление и оценку экологического состояния территории Пермского края была использована формула 2.22:

$$I_i = \sqrt[4]{I_{\text{вод}} \times I_{\text{возд}} \times I_{\text{почв}} \times I_{\text{лес}}} \quad (2.22);$$

где I_i – интегральный индекс экологического благополучия территории i -той АТЕ, $I_{\text{вод}}$ – частный индекс, характеризующий состояние поверхностных водных ресурсов, $I_{\text{возд}}$ – частный индекс, характеризующий состояние атмосферного воздуха, $I_{\text{почв}}$ – частный индекс, характеризующий

состояние почв, $I_{лес}$ – частный индекс, характеризующий состояние лесной растительности.

Результаты расчётов для всех АТЕ Пермского края отражены в таблице 2.15 и на карте (рис. 2.17).

Таблица 2.15

Результаты расчета частных индексов природных сред и ИЭБ, оценка ЭС территории (фрагмент)

АТЕ	$I_{вод}$	$I_{возд}$	$I_{лес}$	$I_{почв}$	ИЭБ балл	ЭС территории
Александровский	1,5	2,5	2,0	2,2	2,02	Удовлетворительное
Бардымский	2,5	3,5	3,0	2,1	2,72	Напряженное
Березники	5,0	5,0	4,0	5,0	4,73	Кризисное
Березовский	2,5	3,0	4,0	2,7	2,99	Напряженное
Б-Сосновский	2,5	1,0	4,0	3,2	2,38	Удовлетворительное
Верещагинский	3,0	1,5	4,0	2,8	2,66	Напряженное
Гайнский	1,0	1,0	2,0	2,0	1,41	Благоприятное
Горнозаводский	1,5	3,5	2,0	3,0	2,37	Удовлетворительное
Гремячинский	3,0	2,5	2,0	1,5	2,18	Удовлетворительное
Косинский	5,0	1,0	2,0	2,0	2,11	Удовлетворительное
Кочевский	3,0	1,0	2,0	2,0	1,86	Допустимое
Красновишерский	1,0	1,0	2,0	2,6	1,51	Допустимое
Краснокамский	5,0	2,5	3,0	2,0	2,94	Напряженное
Кудымкар	1,0	1,0	5,0	1,0	1,50	Благоприятное

Анализ карты интегрального индекса экологического благополучия территории (рис. 2.17) показал, что благоприятное экологическое состояние сложилось на территориях наиболее крупных северных АТЕ – Чердынского и Гайнского и г. Кудымкара. Для них характерна низкая степень техногенного воздействия. Высокие показатели лесистости и водообеспеченности во многом обеспечили благоприятное экологическое состояние этих территорий.

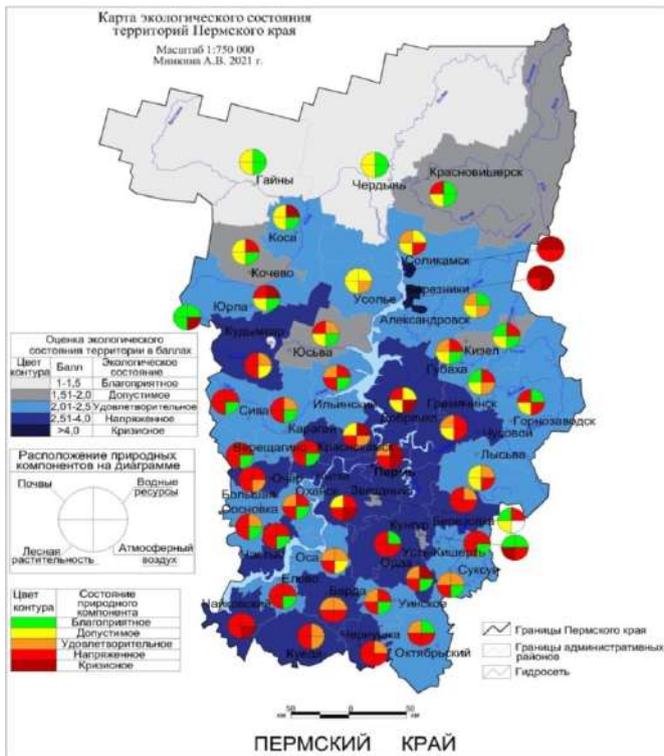


Рисунок 2.17 – Оценка экологического состояния административно-территориальных единиц Пермского края

Допустимое экологическое состояние сформировалось на территориях Юсьвинского, Кизеловского, Красновишерского, Кочевского районов, а также г. Кунгура и ЗАТО «Звездный». Они также обладают высокими показателями водообеспеченности и лесистости; основной вид экономики – сельское хозяйство и лесозаготовка. С продвижением к центру края увеличивается доля промышленности, представленной предприятиями по добыче полезных ископаемых, пищевой и химической отраслями.

В 20 регионах экологическое состояние характеризуется как удовлетворительное. Эти районы расположены неравномерно – в основном на юге (Октябрьский, Уинский, Суксунский и др.), а также в восточной (Гремячинский, Губахинский, Горнозаводский и др.) и западной (Б-Сос-

новский, Еловский, Карагайский и др.) частях края. Значительная техногенная нагрузка от промышленных производств и сельскохозяйственного использования условиями. Напряженное экологическое состояние сложилось в регионах с высокой степенью техногенной нагрузки и имеющих невысокие показатели обеспеченности водными ресурсами и лесистости. К ним относятся промышленно-развитые регионы (г. Пермь и районы: Чусовской, Пермский, Лысьвенский, Добрянский, Краснокамский и др.).

В кризисном экологическом состоянии находятся 2 региона – Бerezники и Соликамск. Эти города являются крупнейшими центрами черной металлургии, нефтяной, газовой, химической промышленности, машиностроения и других отраслей.

Полученная карта (рис.2.17) не только дает оценку экологического состояния АТЕ, но и позволяет выделить, на какие компоненты природы следует обратить внимание в первую очередь при планировании природоохранных мероприятий в каждом районе или природном комплексе для того, чтобы улучшить ЭС территории.

2.6. Природные комплексы Пермского края и их экологическое состояние

В своей работе мы используем природно-зональное районирование, предложенное Б. А. Чазовым (Чазов, 1978) и А. А. Неулыбиной (Неулыбина, 1966) (рис.2.18). Разнообразие природных комплексов края отражает неоднородность природных условий. Их характеристика приводится в таблицах 2.16 и 2.17.

Значения ИЭБ в разрезе природных комплексов получены путем наложения двух карт: природных комплексов (рис. 2.18) и ИЭБ административно-территориальных единиц (рис. 2.17). Результат – карта «Экологическое состояние природных комплексов» (рис. 2.19).



Рисунок 2.18 – Природные комплексы Пермского края по Б.А. Чазову и А.А. Неулыбиной (Чазов, 1978, Неулыбина, 1966)

Таблица 2.16

Экологически значимые природные свойства ПК на уровне подзон Пермского края

Природные комплексы	Основные физико-географические характеристики	Экологически значимые природные свойства
Средняя тайга	Равнинные территории со значительным увлажнением, лесистость до 70%, с широким развитием дерново-подзолистых и болотных почв кислого состава, с низким содержанием гумуса и питательных веществ.	Относительная переувлажненность территории, затрудненный дренаж, распространение торфяно-глеевых почв.
Южная тайга	Равнинный рельеф с возвышенностями 300 – 400 м, лесистость до 50%, однако леса вторичные – происходит смена хвойных пород лиственными, развитие дерново-	Легкий механический состав почв, подверженность эрозии и оврагообразованию, дефляция почв

	подзолистых почв слабокислого состава с низким содержанием гумуса	
Широколиственно-таежные леса	Равнинный рельеф с возвышенностями до 200-300 м, распространение дерново-подзолистых и подзолистых почв. Развитие карстовых форм. Растительность представлена вторичными хвойно-широколиственными лесами.	Устойчивость лиственных лесов, подверженность водной и ветровой эрозии. Высокое содержание гумуса способствует удержанию загрязняющих веществ. Высокая эродированность почв, легкий механический состав почв.
Моховая тайга	Среднегорный рельеф с большой глубиной и густотой эрозионного расчленения, значительное увлажнение, лесистость до 80%, оптимальное соотношение породного и возрастного состава лесов, распространение горнолесных кислых неоподзоленных почв.	Хорошая скорость восстановления лесов, хороший промывной режим горных почв, распространение хвойной растительности.
Мохово-травянистая тайга	Низкогорный рельеф с широкими межгорными долинами и хребтами, распространение горных подзолистых и горных дерново-подзолистых почв, бурых горно-таежных.	Высокая заболоченность территории, опасность образования оползней, котловинный характер рельефа.

Согласно полученным результатам (рис.2.19) экологическое состояние в ПК края различно. В каждом ПК наблюдаются различные экологические состояния в зависимости от АТЕ, входящих в них. Но, несмотря на это, ЭС в пределах каждого ПК имеет среднее значение, которое характеризуется качественной оценкой. Так, на территории ПК «Средняя тайга», экологическое состояние оценивается как допустимое, на территориях ПК «Моховая тайга», «Мохово-травянистая тайга» – как удовлетворительное, в ПК «Южная тайга» и «Широколиственно-таежные леса» – как напряженное. Это говорит о том, что в наихудшем состоянии находятся природные компоненты последних двух ПК, что во многом связано с расположением промышленных предприятий на территориях этих ПК. В лучшем экологическом состоянии находится территория ПК «Средней тайги». Это связано с тем, что в ее состав входят большие по площади районы, богатые лесной растительностью, высокими значениями нормы стока, а также тем, что на территории этого ПК, сравнительно мало промышленных предприятий.

Таблица 2.17
Физико-географические комплексы Пермского края на уровне природных подзон (Чазов, 1978)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Равнинная часть края (страна Русской равнины) – отрезок зоны тайги	Природный комплекс	Площадь, %	Тип рельефа	$\sum T^{\circ}C$	Безморозный период, дней	Годовое количество осадков, мм	Типы почв и механический состав	Типы растительности	Типы природных и хозяйственных угодий
	Подзона средней тайги	36	Слабо расчлененная полого-волнистая равнина со следами ледниковой деятельности	1000-1200	100-110	600-700	Подзолистые и дерново-подзолистые почвы в основном легкого механического состава (песчаные и супесчаные)	Крупные лесные массивы пихтово-еловых лесов и сосновые боры на заболоченных землях. Под хвойными – около 80% территории	1. Крупные лесные массивы 2. Сфатновые болота 3. Луга в речных долинах, часто заболоченные 4. Пашни
	Подзона южной тайги	22	Густо изрезанная речными долинами равнина, местами переходящая в возвышенную со следами водноледниковых потоков	1200-1400	110-120	500-600	Дерново-подзолистые почвы, с разной степенью оподзоливания в основном тяжелого механического состава	Таежные травянистые леса с примесью липы. Сосновые леса на песчаных террасах Камы	1. Разреженные лесные массивы 2. Крупные массивы сивы суходольных и низинных лугов 3. Сосняки 4. Крупные массивы пашен

Продолжение таблицы 2.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Подзона широколиственно-таежных лесов	19	Платообразные участки между речей, глубоко расчлененные речными долинами; интенсивное развитие карста в восточной части	1300-1500	120-130	450-550	Дерново-подзолистые почвы в основном легкого состава. Темноцветные почвы Кунгурской лесостепи,	Широколиственные таежные леса; Березово-осиновые колки с луговыми ассоциациями, имеющими остепененный характер	1. Небольшие массивы лесов 2. Крупные массивы пахотных земель 3. Пастбища и ма-лопродуктивные кормовые угодья на закарстованных землях 4. Суходольные и низинные луга
Горная часть окр- (град)	Подзона моховой тайги	13	Среднегорный рельеф с большой глубиной и густотой эрозийного расчленения	800-1000	70-80	700-1000	Горнолесные кислые неоподзоленные почвы. Большая доля болотных почв	В нижнем поясе темнохвойные леса с лиственницей и кедром; в субальпийском и альпийском – многолетние травы	1. Лесные массивы с охотничье-промысловыми угодьями 2. Высокогорные луга 3. Очаговое земледелие

Продолжение таблицы 2.17

2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Подзона мохово- травяни- стой тайги	Низкогорный рельеф с ши- рокими меж- горными до- линами и хребтами ме- ридиональ- ного прости- рания	1000- 1100	80- 100	500- 700	Дерново-подзо- листые почвы, в основном тяже- лого механиче- ского состава, иногда щебни- стые	Горные пихтово- еловые леса с бо- лее высокой про- изводительной- стью, чем в предыдущем ком- плексе	1. Крупные мас- сивы лесов 2. Луга с низкой продуктивностью 3. Небольшие мас- сивы пашен



Рисунок 2.19 – Экологическое состояние природных комплексов Пермского края

Глава 3. Роль экологического состояния окружающей среды и социальных условий в формировании здоровья населения

В настоящее время человечество столкнулось с серьезными проблемами практически повсеместного загрязнения окружающей среды, что представляет растущую угрозу для здоровья населения. Загрязнение окружающей среды оказывает влияние на здоровье человека самыми разнообразными путями и практически может воздействовать через все сферы контакта человека с ней (Даутов с соавт., 2007; Пашкевич, 2010; Тихомиров с соавт., 2004; Трахтенберг, 2010; XuZ, HuW, SuH, TurnerL.R., YeX., WangJ., TongS, 2014, и др.).

Проблема оздоровления окружающей среды переросла из национальной в международную и стала предметом постоянного внимания Организации Объединенных наций. По данным ВОЗ, состояние здоровья населения на 20-30% зависит от решения экологических проблем. Решение этой проблемы преследует цель не только сохранения природных ресурсов для дальнейшего экономического и социального развития страны, но прежде всего – обеспечения благоприятных санитарных условий жизни населения и предупреждение возможного вредного влияния загрязнения внешней среды на здоровье настоящего и будущих поколений

Здоровье населения является одним из основных критериев состояния окружающей среды (Гичев, 2002; Бердник с соавт., 2001; Сенотрусова, 2004). Оно объективно характеризует экологическое состояние конкретного региона и отражает социальную сферу жизнедеятельности. В условиях благоприятно развивающихся взаимоотношений человека со средой обитания его здоровье стремится к норме, а среда воспринимается и оценивается как здоровая (Окружающая среда и здоровье, 2002). При ухудшении состояния здоровья среда уже воспринимается как нездоровая, а при угрозе жизни человека – как экстремальная.

Учитывая особенности формирования здоровья, нами выделено два направления в изучении заболеваемости. Первое – заболеваемость природно-очаговыми болезнями – инфекционные заболевания, передающиеся от животных человеку, возбудители которых существуют в природных очагах различных ландшафтов. Второе направление – болезни населения, формирование которых зависит, в основном, от экологических и социальных условий мест проживания.

По рассмотренной выше методике «Оценка экологической ситуации» с использованием частных индексов (глава 1) в АТЕ оцениваются

уровень общей заболеваемости и заболеваемость по некоторым нозологическим формам, социальные условия жизни населения, а в пределах природных комплексов края – заболеваемость природно-очаговыми болезнями.

3.1. Особенности состояния здоровья населения Пермского края

Заболеваемость является важнейшей составляющей комплексной оценки здоровья населения. Пермский край относится к группе субъектов РФ кластера 1 (Государственный доклад «О состоянии...», 2018, 2019), характеризующихся сильным влиянием на состояние здоровья населения (ожидающая продолжительность жизни, смертность общая, смертность населения в трудоспособном возрасте, заболеваемость общая, детского населения) санитарно-гигиенических факторов на фоне среднего влияния социально-экономических факторов и сильного влияния факторов образа жизни.

В Пермском крае среднемноголетний показатель (СМП) общей заболеваемости взрослого населения за период с 1990 по 2018гг. составляет 1406,6 случаев на 1000 населения, что ниже СМП за этот же период по Приволжскому Федеральному округу на 21,4% (1708,5 на 1000 населения), но выше, чем по РФ на 6,6% (1312,8 на 1000 населения) (Государственный доклад «О состоянии...», 2014-2019). По данным официальной медицинской статистики, общая заболеваемость среди взрослого населения Пермского края постоянно растет. Так, за период с 1990г. по 2018 г., т. е. за последние 28 лет, она выросла в 1,9 раз, (показатель общей заболеваемости увеличился с 813,4 случаев на 1000 населения в 1990г. до 1545,9 – в 2018г.) (рис. 3.1).

Рост уровня общей заболеваемости отмечается практически по всем классам болезней (табл.3.1). Так, в 1,1 – 1,9 раза выросли показатели заболеваемости по классам болезней «Болезни органов пищеварения», «Психические расстройства и расстройства поведения», «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» (в 1,1 раза), «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» (в 1,6 раза), «Болезни мочеполовой системы» (в 1,9 раза); в 2,0 – 3,0 и более раз – по классам болезней «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани» (в 2,2 раза), «Новообразования» (в 2,5 раз), «Болезни системы

кровообращения» (в 2,7 раза), «Болезни эндокринной системы расстройства питания и нарушения обмена веществ» (в 3,6 раза) и «Беременность, роды и послеродовой период» (в 6,3 раза).

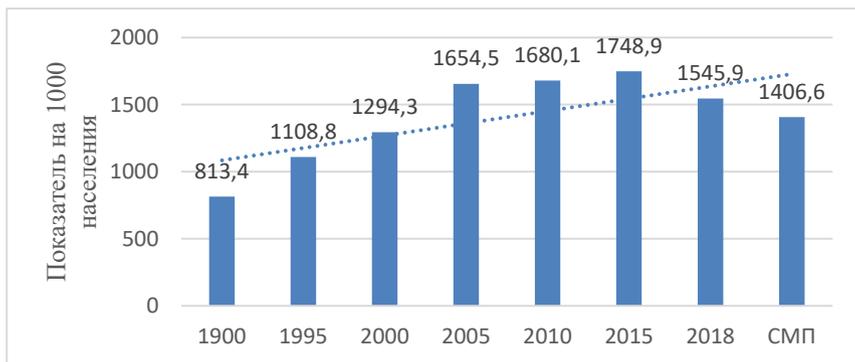


Рисунок 3.1 – Динамика заболеваемости взрослого населения Пермского края за 1990-2018 гг. (на 1000 населения)

В качестве индикаторной группы населения целесообразно использовать детский контингент в возрасте от 0 до 14 лет, в том числе детей первого года жизни, и подростков как группу риска, представляющий реакцию коренного населения на вредные воздействия факторов среды. Дети в меньшей степени, чем взрослые, подвержены миграционным процессам, теснее привязаны к территории, на которой живут, и не испытывают непосредственного влияния профессиональной среды. Из-за анатомо-физиологических особенностей сроки проявления неблагоприятных эффектов у них короче (Манычик с соав., 2001; Малхазова, Королева, 2011).

Таблица 3.1

**Общая заболеваемость взрослого населения
Пермского края по группам болезней за период с 1995 по 2018 гг. ,
случаи на 1000 человек**

Группы болезней	1995г	2000г	2005г	2010г	2015	2018г	СМП
ВСЕГО	1108,8	1294,3	1654,5	1680,1	1748,9	1545,9	1406,6
Инфекционные и паразитарные болезни	76,5	58,6	61,5	55,9	46,5	45,8	57,5
Новообразования	26,5	38,3	45,5	49,8	61,5	67,7	48,2
Болезни крови, кроветворных органов и отдельн.	7,5	8,0	12,0	11,4	13,6	12,2	10,8

нарушения, вовлекающие иммунный механизм							
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	21,9	34,1	49,1	53,5	75,4	78,7	52,1
Психические расстройства и расстройства поведения	46,4	55,6	66,3	70,9	67,2	50,2	59,4
Болезни нервной системы	161,2	193,7	57,9	59,2	61,5	49,9	92,3
Болезни глаза и его придаточного аппарата			146,4	117,9	116,1	103,4	120,9
Болезни уха и сосцевидного отростка			44,5	43,4	41,2	33,9	40,7
Болезни системы кровообращения	104,5	137,6	294,7	287,5	314,3	286,5	237,5
Болезни органов дыхания	351,3	422,1	258,3	248,0	243,8	251,8	295,9
Болезни органов пищевар.	86,2	103,8	133,0	143,9	160,9	97,6	120,9
Болезни кожи и подкожной клетчатки	66,8	70,4	71,6	58,8	53,0	48,0	61,4
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	76,2	98,4	176,4	178,7	184,7	167,8	147,0
Болезни МПС	67,9	82,7	164,5	154,1	159,3	131,4	126,6
Беременность, роды и послеродовой период	10,9	47,1	60,5	68,1	97,2	69,4	58,9
Симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинич. и лаборатор. исследованиях, не классифицированные в др. рубриках	2,2	3,9	15,2	12,9			8,5
Травмы, отравления	101,4	108,1	128,2	121,4	117,8	100,2	112,8

В качестве индикаторной группы населения целесообразно использовать детский контингент в возрасте от 0 до 14 лет, в том числе детей первого года жизни, и подростков как группу риска, представляющий реакцию коренного населения на вредные воздействия факторов среды. Дети в меньшей степени, чем взрослые, подвержены миграционным процессам, теснее привязаны к территории, на которой живут, и не испытывают непосредственного влияния профессиональной среды. Из-

за анатомо-физиологических особенностей сроки проявления неблагоприятных эффектов у них короче (Манычик с соав., 2001; Малхазова, Королева, 2011).

Уровень общей заболеваемости детского населения края превышает уровень взрослого населения. Так, за период 1990-2018 гг. СМП общей заболеваемости детей в возрасте до 14 лет (2265,5 случаев на 1000 населения) выше СМП взрослого населения (1406,6) в 1,6 раза, в том числе детей до 1 года – в 2,5 раза (3550,7 случаев), подростков – в 1,4 раза (2003,1 случаев). За этот же период отмечается рост уровня общей заболеваемости детей и подростков в 2-2,2 раза (рис.3.2).

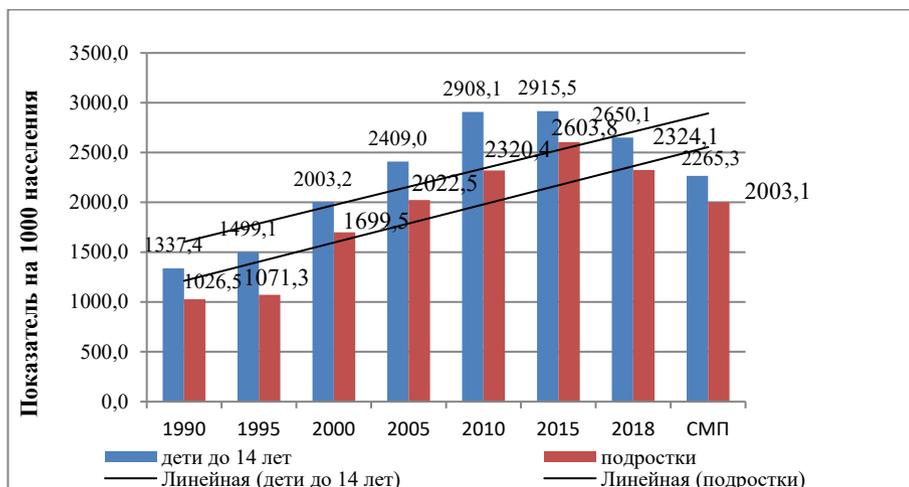


Рисунок 3.2 – Динамика заболеваемости детей и подростков Пермского края за 1990-2018 гг. (на 1000 населения)

Причем этот рост наблюдается практически по всем классам болезней, за исключением инфекционных и паразитарных, болезней нервной системы, уха и сосцевидного отростка, показатели которых имеют тенденцию к снижению.

СМП общей заболеваемости взрослого и детского населения представлены в таблице 3.2.

**СМП общей заболеваемости взрослого и детского населения
Пермского края, случаи на 1000 человек
соответствующего населения**

АТЕ/ общая заболевае- мость	Взрослые	Дети		Подростки
		0-14	в т.ч. до 1 года	
Пермь	1436,1	2508,2	4620,0	1968,8
Александровский	1729,9	2449,3	2623,4	2135,6
Березники	1837,1	2562,4	3138,0	2822,4
Гремячинский	1591,3	1915,4	2191,0	1816,7
Губаха	1000,0	2181,8	3512,2	1920,3
Краснокамский	1113,0	2488,7	3182,5	1862,2
Кудымкар	2349,2	3758,5	3368,1	2190,4
Лысьва	1703,9	2678,9	3678,5	1934,5
Соликамск	1628,4	2672,8	3762,7	2256,7
Чайковский	1495,7	2748,9	3053,6	2135,7
Бардымский	1122,4	1758,0	2571,0	1762,0
Б-Сосновский	1226,3	1387,2	2362,5	1492,1
Верещагинский	1096,9	1730,3	3067,5	1217,8
Горнозаводский	1250,9	2143,7	2042,5	1968,4
Ильинский	1066,9	1652,2	2308,8	1626,9
Красновишерский	1343,9	2199,3	3660,4	1861,0
Осинский	1431,8	1964,97	3015,0	1639,1
Гайнский	1440,6	1629,0	1877,3	1645,1
Кочевский	1619,5	24134	4839,3	2211,4
Пермский край	1406,6	2265,5	3550,7	2003,1

В структуре общей заболеваемости взрослого населения первое место занимают болезни системы кровообращения (18,5%), второе – болезни органов дыхания (16,3%), третье – болезни костно-мышечной системы (10,9%), на четвертом – болезни мочеполовой системы (8,5%), пятом – болезни глаза и его придаточного аппарата (6,7%). На долю этих болезней приходится 60,9% от всех зарегистрированных заболеваний.

В разных возрастных группах детского населения структура несколько иная. Так, в структуре общей заболеваемости у детей и подростков на первом месте стоят болезни органов дыхания. У детей в возрасте 0-14 лет на втором месте – болезни глаза и его придаточного аппарата (5,1%), на третьем – болезни органов пищеварения (4,8%), на четвертом – травмы и отравления, пятом – некоторые инфекционные и парази-

тарные болезни. На долю этих болезней приходится 70,2% от всех зарегистрированных заболеваний. У детей первого года жизни на втором месте – отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде, на третьем – врожденные пороки развития, четвертом – болезни крови и кроветворных органов, пятом – болезни эндокринной системы. Удельный вес этих болезней равен 76,8%. У подростков – в порядке убывания, болезни глаза и его придаточного аппарата, травмы и отравления, болезни органов пищеварения и костно-мышечной системы. На долю этих болезней приходится 71,6% от всех зарегистрированных заболеваний.

Оценка уровня общей заболеваемости взрослого и детского населения Пермского края по АТЕ по СМП проводилась с использованием методики расчета ЧИ (глава 2). Она давалась для разновозрастных групп населения по формуле 3.1:

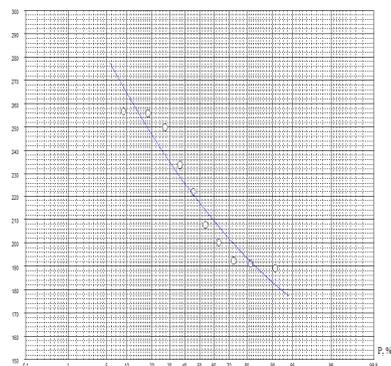
$$K_{\text{общ}i} = \frac{K_n}{K_{\text{ф}}}, \quad (3.1);$$

где:

$K_{\text{общ}i}$ – относительный коэффициент общей заболеваемости (для разных возрастных групп) для i -того АТЕ; $K_{\text{ф}}$ – фактическое значение общей заболеваемости в i -том АТЕ; K_n – его условная норма, соответствующая значению 50% обеспеченности общей заболеваемости (рис.3.3).

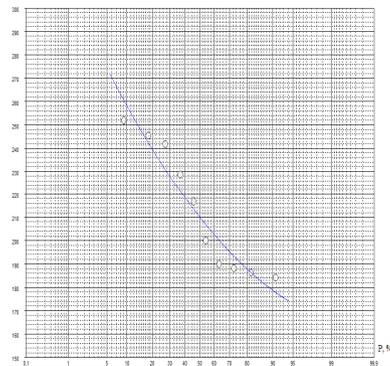
В данном конкретном случае частный индекс общей заболеваемости населения равен относительному коэффициенту, определенному ранее, поскольку общая заболеваемость – интегральный показатель, уже включающий в себя такие группы болезней, как некоторые инфекционные и паразитарные болезни, новообразования, болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм, болезни эндокринной системы и многие другие. Результаты представлены таблицах 3.3-3.6.

Количество случаев на 1000 детей до года



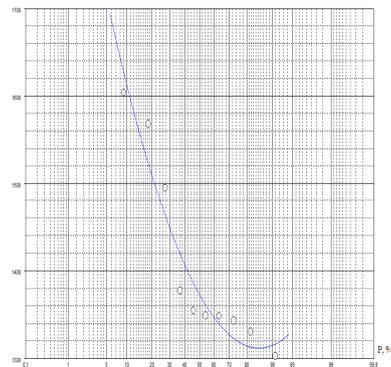
Кривая обеспеченности всех болезней крови

Количество случаев на 1000 детей до года



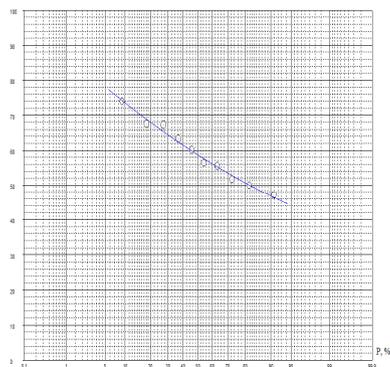
Кривая обеспеченности анемий

Количество случаев на 1000 детей до года



Кривая обеспеченности органов донорства

Количество случаев на 1000 детей до года



Кривая обеспеченности врожденных аномалий

Рисунок 3.3 – Кривые обеспеченности некоторых нозологических форм болезней детей 1 года жизни, количество случаев на 1000 детей

Таблица 3.3

Оценка уровня общей заболеваемости взрослого населения Пермского края (фрагмент)

АТЕ	СМП, на 1000 населения	Относительный коэффициент K_{zi}	Баллы	Оценка АТЕ по общей заболеваемости
	50% обеспеченность по краю = 1410,95 случаев на 1000 жителей			
Пермь	1436,1	1,01	3	Удовлетворительное

Александровский	1729,9	1,23	4	Напряженное
Березники	1837,2	1,3	4	Напряженное
Гремячинский	1591,4	1,12	4	Напряженное
Губаха	1000,0	0,71	2	Допустимое
Лысьва	1703,9	1,21	4	Напряженное
Соликамск	1628,4	1,15	4	Напряженное
Чайковский	1495,7	1,06	3	Удовлетворительное
Красновишерский	1343,9	0,95	3	Удовлетворительное
Еловский	1288,4	0,91	3	Удовлетворительное
Ильинский	1066,9	0,76	2	Допустимое
Пермский край	1406,6	1,0	3	Удовлетворительное

Таблица 3.4

**Оценка уровня общей заболеваемости детского населения
Пермского края в возрасте 0-14 лет (фрагмент)**

	СМП (на 1000 населения)	Относительный коэффициент K_{zi}	Баллы	Оценка АТЕ по общей заболеваемости
АТЕ	50% обеспеченность по краю = 2009 случаев на 1000 жителей			
Пермь	2508,2	1,25	4,0	Напряженное
Александровский	2449,3	1,22	4,0	Напряженное
Березники	2562,4	1,28	4,0	Напряженное
Гремячинский	1915,4	0,95	3,0	Удовлетворительное
Губаха	2181,8	1,09	3,0	Удовлетворительное
Лысьва	2678,9	1,33	4,0	Напряженное
Соликамск	2672,8	1,33	4,0	Напряженное
Чайковский	2748,9	1,37	4,0	Напряженное
Красновишерский	2199,3	1,09	3,0	Удовлетворительное
Еловский	2065,5	1,03	3,0	Удовлетворительное
Ильинский	1652,2	0,82	2,0	Допустимое
Пермский край	2508,2	1,24	2,9	Удовлетворительное

Таблица 3.5

**Оценка уровня общей заболеваемости подростков
Пермского края (фрагмент)**

АТЕ	СМП, на 1000 населения	Относительный коэффициент K_{zi}	Баллы	Оценка АТЕ по общей забо- леваемости
	50% обеспеченность по краю = 1890 случаев на 1000 жителей			
Пермь	1968,8	1,04	3,0	Удовлетворительное
Александровский	2135,6	1,13	4,0	Напряженное
Березники	2822,4	1,49	4,0	Напряженное
Гремячинский	1816,7	0,96	3,0	Удовлетворительное
Губаха	1920,3	1,02	3,0	Удовлетворительное
Лысьва	1934,5	1,02	3,0	Удовлетворительное
Соликамск	2256,7	1,19	4,0	Напряженное
Чайковский	2135,7	1,13	4,0	Напряженное
Красновишер- ский	1861,0	0,98	3,0	Удовлетворительное
Еловский	2039,8	1,08	3,0	Удовлетворительное
Ильинский	1626,9	0,86	2,0	Допустимое
Пермский край	1968,8	1,04	2,9	Удовлетворительное

Таблица 3.6

**Оценка общей заболеваемости детей первого года жизни
Пермского края (по СМП на 1000 детского населения) (фрагмент)**

АТЕ	СМП, на 1000 населения	Относительный коэффициент K_{zi}	Балл ы	Оценка АТЕ по общей заболе- ваемости
	50% обеспеченность по краю = 2796,5 случаев на 1000 человек			
Пермь	4620,0	1,66	4	Напряженное
Александровский	2623,4	0,95	3	Удовлетворительное
Березники	3138,0	1,12	4	Напряженное
Гремячинский	2191,0	0,79	2	Допустимое
Губаха	3512,2	1,26	4	Напряженное
Лысьва	3678,5	1,32	4	Напряженное
Соликамск	3762,7	1,35	4	Напряженное
Чайковский	3053,6	1,10	3	Удовлетворительное
Красновишер- ский	3660,4	1,31	4	Напряженное
Еловский	2698,4	0,97	3	Удовлетворительное
Ильинский	2308,8	0,83	2	Допустимое
Пермский край	4620,0	1,65	2,9	Удовлетворительное

Анализ полученных данных показал, что при удовлетворительном состоянии по общей заболеваемости взрослого населения в целом по Пермскому краю на одной пятой его территории (19,2%) состояние оценивается как напряженное, на 44,7% территории – допустимое, на остальной – благоприятное.

В целом по краю состояние по общей заболеваемости детского населения (0-14лет) оценивается как удовлетворительное. При этом на 29,8 % территории оно характеризуется как напряженное, на 41,6 % территории – допустимое.

Напряженное состояние по общей заболеваемости подростков складывается на 21,3% АТЕ края, удовлетворительное – на 44,7% и допустимое – на 34,0%.

Самый высокий уровень заболеваемости регистрируется среди детского населения возрасте до одного года. Наиболее высокий уровень общей заболеваемости детей первого года жизни зарегистрирован в Кочевском районе, наименьший – в Соликамском и Чердынском районах (табл.3.2). Напряженное состояние по общей заболеваемости наблюдается в 34,0% АТЕ, допустимое – в 36,2 % территорий, благоприятное – в 4,3%, удовлетворительное – 25,5%. Поэтому у этой индикаторной группы детей, как наиболее чувствительной к вредному воздействию различных факторов, проведен анализ заболеваемости по наиболее распространенным нозологическим формам болезней – крови и кроветворных органов, включая анемии, органов дыхания и врожденных аномалий (3.7-3.9).

Таблица 3.7

Заболеваемость детей первого года жизни болезнями органов дыхания (фрагмент)

АТЕ	СМП, на 1000 населения	Относительный коэффициент K_{zi}	Баллы	Оценка АТЕ по заболеваемости болезнями орга- нов дыхания
Пермь	1571,2	1,16	4,0	Напряженное
Александровский	1316,3	0,97	3,0	Удовлетворительное
Березники	1261,6	0,93	3,0	Удовлетворительное
Гремячинский	1203,8	0,89	2,0	Допустимое
Губаха	1601,8	1,19	4,0	Напряженное
Лысьва	1510,2	1,12	4,0	Напряженное

Соликамск	1861,2	1,38	4,0	Напряженное
Еловский	1595,4	1,18	4,0	Напряженное
Ильинский	1290,5	0,96	3,0	Удовлетворительное
Пермский край	1407,3	1,04	3	Удовлетворительное

Таблица 3.8

Заболеваемость детей первого года жизни болезнями крови и кроветворных органов (фрагмент)

АТЕ	Всего, %			В т.ч. анемии, %			Оценка АТЕ по заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов
	СМП, ‰	K _{zi}	Баллы	СМП, ‰	K _{zi}	Баллы	
	50% обеспеченность по краю = 219,7‰			50% обеспеченность по краю = 213,2‰			
Пермь	293,4	1,35	4,0	276,5	1,32	4,0	Напряженное
Александровский	193,0	0,89	2,0	188,9	0,9	2,0	Допустимое
Березники	261,4	1,2	4,0	254,0	1,21	4,0	Напряженное
Гремячинский	73,3	0,34	1,0	69,5	0,33	1,0	Благоприятное
Губаха	140,4	0,65	2,0	129,9	0,62	2,0	Допустимое
Лысьва	249,6	1,15	4,0	236,6	1,13	4,0	Напряженное
Соликамск	277,6	1,28	4,0	276,5	1,32	4,0	Напряженное
Еловский	225,3	1,04	3,0	206,6	0,98	3,0	Удовлетворительное
Ильинский	250,6	1,15	4,0	247,2	1,18	4,0	Напряженное
Пермский край	219,7	1,01	3,0	213,2	1,01	3,0	удовлетворительное

Таблица 3.9

Заболеваемость детей первого года жизни по классу «Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения», % (фрагмент)

АТЕ	СМП, ‰	K _{zi}	Баллы	Оценка АТЕ по врожденным аномалиям
	50% обеспеченность по краю = 58,0 ‰			
Пермь	343,3	5,92	5,0	Кризисное
Александровский	23,0	0,4	1,0	Благоприятное
Березники	124,2	2,14	5,0	Кризисное
Гремячинский	43,1	0,74	2,0	Допустимое

Губаха	143,6	2,48	5,0	Кризисное
Лысьва	178,2	3,07	5,0	Кризисное
Соликамск	28,3	0,49	1,0	Благоприятное
Еловский	29,4	0,51	2,0	Допустимое
Ильинский	47,8	0,82	2,0	Допустимое.
Пермский край	59,2	1,02	3	Удовлетворительное

Анализ заболеваемости показал, в целом по краю состояние по этим заболеваниям оценивается как удовлетворительное.

В то же время по краю СМП болезней органов дыхания составляет 1407,3‰ с колебаниями от 505,2 до 3092,4‰ (Кочевский район). Удовлетворительное состояние регистрируется в 25,5% АТЕ, напряженное – на 36,2% и кризисное – на 2,1%, допустимое – 34,0% и благоприятное – 2,2% АТЕ.

СМП заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов составляет 219,7‰ с колебаниями от 73,3 (Гремячинский район) до 382,1 ‰ (Юрлинский район). На 34,0 % АТЕ СМП состояние оценивается как напряженное, 36,2% – удовлетворительное, 25,5% – допустимое, и только на 4,3% благоприятное. Заболеваемость, в основном, формируются за счет анемий, СМП которых равен 213,2‰. Состояние по уровню распространенности анемией совпадает с таковой по классу болезней крови и кроветворных органов.

В среднем по краю СМП болезней класса «Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения» изменялся от 1,4‰ (Гайнский район) до 343,3 ‰ (г. Пермь).

По каждому из 4-х направлений заболеваний детей первого года жизни построена кривая обеспеченности (рис. 3.3).

Распределение территорий по общей заболеваемости, заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов, включая анемии, органов дыхания и врожденных аномалий у детей первого года жизни (табл. 3.10), показало, что на более трети территорий складывается напряженное состояние по общей заболеваемости, болезням крови и кроветворных органов, в т.ч. анемиям, болезням органов дыхания, и на одной пятой территории края – напряженное и даже кризисное состояние – по классу болезней «Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения».

Таблица 3.10

Распределение АТЕ по заболеваемости у детей первого года жизни, %

Показатели заболеваемости	Удельный вес АТЕ по уровню заболеваемости, %				
	благоприятное	допустимое	удовлетворительное	напряженное	кризисное
Общая заболеваемость	4,3	36,2	25,5	34,0	
Болезни крови и кроветворных органов в т.ч. анемии	4,3	25,5	36,2	34,0	4,3
Болезни органов дыхания	2,2	34,0	25,5	36,2	2,1
Врожденные аномалии	23,4	40,4	17,1	8,5	10,6

Итогом исследования стала карта распределения общей заболеваемости взрослого и детского населения, проживающего на территориях Пермского края с различным экологическим состоянием и разным уровнем социальных условий (рис. 3.4).

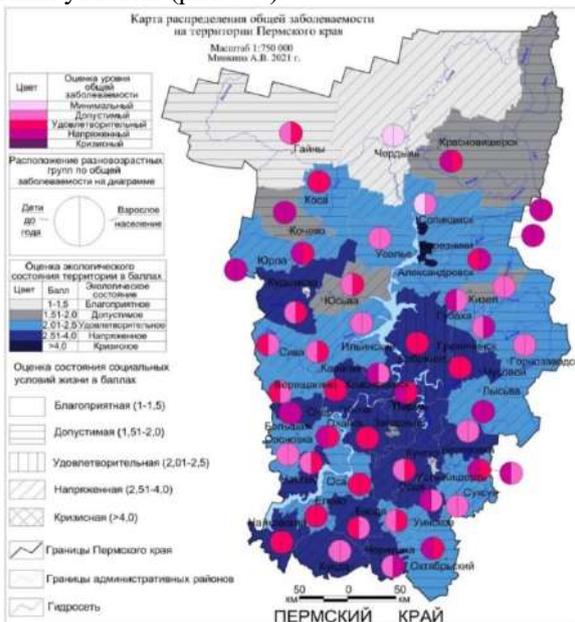


Рисунок 3.4 – Распределение общей заболеваемости в Пермском крае с учетом ЭС и социальных условий жизни населения

На заболеваемость населения, проживающего на конкретной территории в пределах АТЕ, влияют различные факторы. К наиболее значимым из них можно отнести: социально-экономические (жилищные условия, материальное благосостояние, уровень и качество питания, отдых, качество медицинской помощи, доступность медико-социальной помощи и др.), экологические и природно-климатические факторы (среда обитания, среднегодовая температура, наличие экстремальных природно-климатических факторов и др. (Савилов с соавт., 2016; Двинских с соавт., 2016).

Характеристика экологического состояния АТЕ дана в главе 2. рис.2.17.

3.2. Социальные условия и их влияние на здоровье населения

Определение социальных показателей имеет принципиальное значение для регионального исследования, так как они выражают, наряду с данными статистики, реальные характеристики социальных изменений, происходящих в регионе (Двинских с соавт., 2011).

Нами для оценки социальных условий жизни населения были выбраны показатели, непосредственно влияющие на здоровье населения: материальная обеспеченность населения, включающая обеспеченность жилищного фонда (жил.ф.) и средний уровень заработной платы (з/п); обеспеченность медперсоналом (врачами и средним медперсоналом); а также плотность населения (Косолапов с соавт., 2016).

Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата исчисляется делением фонда начисленной заработной платы работников на среднесписочную численность работников и на количество месяцев в периоде. Пособия, получаемые работниками из государственных социальных внебюджетных фондов, не включаются в фонд заработной платы и среднемесячную заработную плату (Стат. ежегодник...., 2019).

Для анализа среднемесячной номинальной начисленной заработной платы (з/п) нами взяты данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. Они свидетельствуют, что среднемноголетний уровень заработной платы колеблется в пределах от 10,95тыс.руб. (Кудымкарский район) до 24,598тыс.руб. (Усольский район). Наибольшие из средних уровней заработной платы (более 20тыс.руб.) – в Добрянском, Усольском районах, гг. Перми, Березниках. Наименьший из средних уровней (менее

14тыс.руб.) – в Кудымкарском, Юсьвинском, Сивинском, Еловском, Кунгурском, Куединском, Кишертском районах.

В целом по краю среднемноголетний уровень заработной платы вырос с 5703,2 руб. (2005г.) до 24598,4 руб.(2017г.) (рис. 3.5).

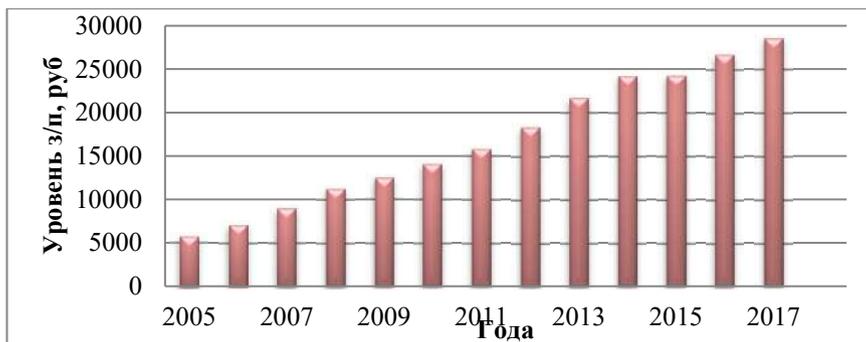


Рисунок 3.5 – Среднемноголетние данные уровня заработной платы в Пермском крае (Стат. ежегодник.... , 2019)

Жилищный фонд – совокупность всех жилых помещений, находящихся на территории Пермского края. Жилым помещением признаётся изолированное помещение, которое является недвижимым имуществом и пригодно для постоянного проживания граждан (отвечает установленным санитарным и иным требованиям законодательства). Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, по муниципальным образованиям края за период с 2010г. по 2017г. увеличилась с 21,5м² (2010г.) до 23,6 м² (2017 г.) (рис. 3.6).

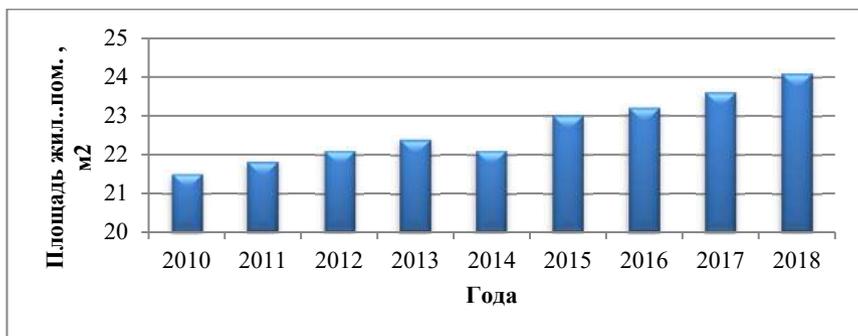


Рисунок 3.6 – Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, м², по муниципальным образованиям Пермского края (Стат. ежегодник.... , 2019)

В наибольшей степени жилыми помещениями обеспечены 8 административных территорий – г. г. Пермь (21389,2тыс.м²), Березники (3371,5тыс.м²), Соликамск (2015,5тыс.м²), Чайковский (2126,09тыс.м²), районы – Пермский (2116,2тыс.м²), Краснокамский (1591,7тыс.м²), Лысьвенский (1569,3тыс.м²), Чусовской (1515,7тыс.м²). В наименьшей степени жилыми помещениями обеспечены более половины районов края (27 административных территорий), где показатели площади жилых помещений менее 600тыс.м².

Обеспеченность врачами и средним медперсоналом. Кадровый ресурс системы здравоохранения, особенно государственного и муниципального секторов, является наиболее значимым и ценным ее компонентом. Отсутствие потенциально необходимого числа и оптимального структурного состава высококвалифицированных врачей и средних медицинских работников не позволяет обеспечить население востребованной равнодоступной и качественной медицинской помощью, сделать возможным широкое применение сложных, технологий и методик, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения (Состояние и охрана... 2018г).

Среднегодовалый показатель (СМП) обеспеченности населения врачебными кадрами в системе Министерства здравоохранения Пермского края составляет 26 врачей на 10тыс. человек с колебаниями от 51 (г. Пермь) до 8 (Чердынский район). СМП обеспеченности средними медицинскими работниками равен 96 на 10тыс. чел. с колебаниями от 119 и 114 (г. Губахинский и Кизеловский) до 63 – 64 на 10тыс.чел. (Кунгурский, Нытвенский, Карагайский районы).

В 90% территорий края обеспеченность врачами и средним медицинским персоналом находится на уровне ниже среднекраевого и только в 10% территории – на уровне среднекраевого. В целом по краю обеспеченность медицинским персоналом может быть оценена как «ниже средней».

Плотность населения. Численность населения на 1 января 2018г., по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю, составила 2623,122тыс. человек. Удельный вес взрослого населения – 79,7%, детского – 20,3%. Более двух третей населения (75,8%) проживает в городах края, в сельской местности – 24,2%. Из городов наиболее крупными являются Пермь (1051,587тыс.чел.), Березники (143,072тыс. чел.), Соликамск (93,868тыс.чел.). Городов, численность населения в которых находится в пределах от 100,0 до 50,0 тыс. человек, – шесть. Наибольшая численность населения – в Пермском (110,366тыс.чел.), Чайковском

(104,780тыс. чел), Краснокамском (74,069тыс. чел), Чусовском (67,353тыс. чел), Добрянском (56,091тыс.чел), Чернушинском (50,438тыс. чел), Кунгурском (41,878тыс. чел), и Нытвенском (41,647тыс. чел) районах (Состояние и охрана....в 2018г.).

Оценка социальных условий жизни населения. Для анализа и оценки влияния социальных условий на здоровье населения Пермского края использована методика расчета ИЭБ (глава 2). Для этого рассчитан частный индекс по формуле:

$$I_{\text{соц}} = (K_{\text{жил}} + K_{\text{з/п}} + K_{\text{врач}} + K_{\text{мед}} + K_{\text{плот}})/n, \quad (3.3)$$

где K – коэффициенты, характеризующие отклонения от величины 50% обеспеченности по каждому параметру по краю: обеспеченности жилого фонда ($K_{\text{жил}}$), уровня заработной платы ($K_{\text{з/п}}$), обеспеченности врачами ($K_{\text{врач}}$) и средним медперсоналом ($K_{\text{мед}}$), плотности населения ($K_{\text{плот}}$), n – количество показателей.

Пример расчета относительных коэффициентов и частного индекса социальных условий ($I_{\text{соц}}$) для одной АТЕ (Соликамского района) дан в таблице 3.9).

Таблица 3.9

Пример расчета относительных коэффициентов и частного индекса социальных условий ($I_{\text{соц}}$) для Соликамского района

Составляющие $K(I_{\text{соц}})$	Формула	50%	$K\phi$	Значение K	К, балл	Оценка состояния
Плотность населения чел/км ² ($K_{\text{плот}}$)	$K_{\text{плот}} = \frac{K_{\phi}}{K_{50\%}}$	111,7	100,14	0,90	2	Допустимое
Обеспеченность врачами на 10тыс.нас. ($K_{\text{врач}}$)	$K_{\text{врач}} = \frac{K_{50\%}}{K_{\phi}}$	43,2	15,55	2,78	5	Кризисное
Обеспеченность средним медперсоналом на 10 тыс. нас. ($K_{\text{мед}}$)	$K_{\text{мед}} = \frac{K_{50\%}}{K_{\phi}}$	95,8	90,05	1,06	3	Напряженное.
Обеспеченность жильем, тыс.м ² ($K_{\text{жил}}$)	$K_{\text{жил}} = \frac{K_{50\%}}{K_{\phi}}$	1202,2	342,82	1,68	4	Напряженное
Средний уровень з/п, тыс.руб ($K_{\text{з/п}}$)	$K_{\text{з/п}} = \frac{K_{50\%}}{K_{\phi}}$	28548,9	16720,5	1,20	3	Напряженное

ЧИ ($I_{\text{соц}}$)	$I_{\text{соц}}$	3	Напряженное
	$= \frac{\sum(K_{\text{плот}} + K_{\text{врач}} + K_{\text{ср.мед.}} + K_{\text{жил}} + K_{\text{...}})}{m}$		

Результаты расчета социальных показателей по Пермскому краю представлены в таблице 3.10. Кривые обеспеченности по каждому из рассматриваемых показателей представлены на рисунке 3.7.

Таблица 3.10

Социальные показатели Пермского края (в баллах) (фрагмент)

АТЕ	$K_{\text{жил}}$	$K_{\text{э/п}}$	$K_{\text{врач}}$	$K_{\text{мед}}$	$K_{\text{плот}}$	$I_{\text{соц}}$	Состояние социальных условий
Пермь	1	2	2	4	5	3,62	Напряженное
Александровский	4	3	5	3	1	2,37	Удовлетворительное
Березники	1	2	4	3	5	3,75	Напряженное
Б-Сосновский	5	4	5	3	1	2,62	Напряженное
Гремячинский	5	2	5	3	1	2,37	Удовлетворительное
Губаха	4	2	4	2	1	2,00	Допустимое
Еловский	5	4	5	4	1	2,75	Напряженное
Красновишерский	5	3	4	3	1	2,37	Удовлетворительное
Лысьва	2	3	4	3	4	3,50	Напряженное
Ильинский	5	3	5	4	1	2,62	Напряженное
Соликамск	2	2	4	3	5	3,87	Напряженное
Осинский	4	2	5	4	1	2,37	Удовлетворительное
Оханский	5	4	4	3	1	2,50	Удовлетворительное

На основе полученных данных с использованием программы «AutoCAD 2021» разработана карта «Состояние социальных условий жизни населения Пермского края» (рис. 3.8).

Наилучшие социальные условия для жизни созданы в 5 административных территориях (Добрянском, Губахинском, Чайковском, Чусовском и Пермском районах), где состояние социальных условий оценивается как допустимое. Благоприятного состояния социальных условий жизни не зафиксировано.

В 15 территориях края оно оценивается как удовлетворительное (Красновишерский, Горнозаводский, Чернушинский, Октябрьский, Усоль-

ский, Кизеловский и др.); в 21 – как напряженное (Пермь, Соликамск, Юрлинский, Сивинский, Бардымский и др. районы). Во многом это связано с нехваткой медицинских кадров (менее 8 врачей – Чердынский район и менее 65 единиц среднего медицинского персонала – Кунгурский, Карагайский районы), недостаточной обеспеченностью населения жильем (менее 233,14тыс.м² – Юрлинский район) и низким средним уровнем заработной платы (менее 10,934тыс. руб. – Кудымкарский район).

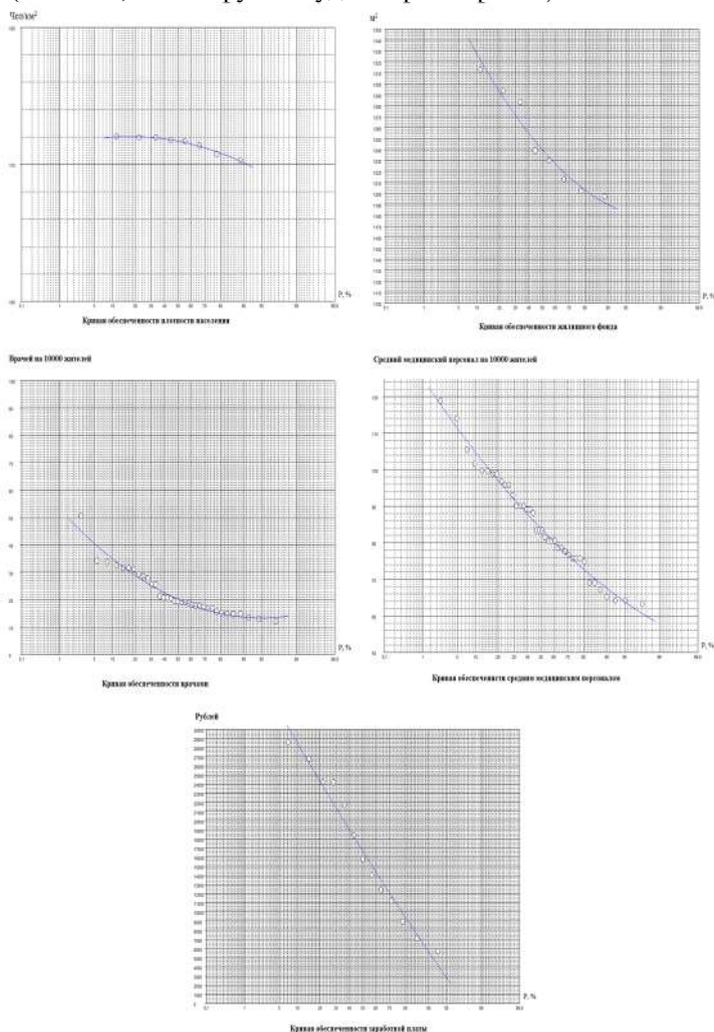


Рисунок 3.7 – Кривые обеспеченности социальных показателей

Роль социальных условий и экологического состояния территории в формировании заболеваемости населения. Результаты наших исследований показывают, что в АТЕ Пермского края сложилась довольно сложная ситуация по заболеваемости взрослого и детского населения (рис.3.4). Проведенная оценка экологического состояния территории (по ИЭБ) и социальных условий жизни (по ЧИ), сложившиеся в АТЕ, свидетельствуют, что они могут оказывать неблагоприятное влияние на здоровье жителей края.

Для установления влияния экологического состояния и социальных условий на уровень общей заболеваемости населения разных возрастных групп нами проведен корреляционный анализ и рассчитаны коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s) между ИЭБ, социальными условиями по ЧИ и среднемноголетними показателями (СМП) заболеваемости населения (табл. 3.11).

Таблица 3.11

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s) между социальными условиями, ИЭБ и показателями заболеваемости населения

Показатели общей заболеваемости	Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s)	
	ИЭБ	Социальные условия
Общая заболеваемость взрослых	0,76 ($m=\pm 0,10$)	0,88 ($m=\pm 0,07$)
Общая заболеваемость детей (0-14 лет)	0,72 ($m=\pm 0,10$)	0,89 ($m=\pm 0,07$)
Общая заболеваемость подростков	0,79 ($m=\pm 0,09$)	0,89 ($m=\pm 0,07$)
Общая заболеваемость детей от 0 до 1 года, в том числе по	0,64 ($m=\pm 0,07$)	0,89 ($m=\pm 0,11$)
– болезням крови и кроветворных органов	0,66 ($m=\pm 0,07$)	0,89 ($m=\pm 0,11$)
– анемиям	0,66 ($m=\pm 0,08$)	0,87 ($m=\pm 0,11$)
– болезням органов дыхания	0,67 ($m=\pm 0,07$)	0,89 ($m=\pm 0,11$)
– врожденным аномалиям	0,63 ($m=\pm 0,08$)	0,86 ($m=\pm 0,11$)

Корреляционный анализ показал, что имеется высокая связь между ИЭБ и показателями общей заболеваемости у взрослого и детского населения в целом ($r_s = 0,72 - 0,79$, $p = 0,95$) и заметная ($r_s = 0,64 - 0,67$, $p = 0,95$) – детей первого года жизни, включая показатели заболеваемости такими экологически значимыми болезнями, как болезни крови и кроветворных органов, в том числе анемии, болезни органов дыхания и врожденными аномалиями. На формирование различных нозологических форм болезней у детей до года большее влияние оказывает

социальные условия – имеется высокая связь между показателями ($r_s = 0,86 - 0,89$, $p = 0,95$). Роль социальных условий в формировании общей заболеваемости значительная и у взрослого населения и детей, ($r_s = 0,88 - 0,89$, $p = 0,95$).

Таким образом, на заболеваемость разных групп населения (кроме детей первого года жизни) практически в равной степени влияют как экологические факторы, так и социальные условия.

Глава 4. Влияние экологического состояния природных комплексов на формирование природно-очаговой заболеваемости

Источником многих болезней человека служит сама внешняя среда и ее биологические факторы. Для ряда болезней характерно то, что источники заболевания ими (очаги) существуют в природе, не тронутой человеком, или в большей или меньшей степени видоизмененной. Очаги таких болезней называются природными, а соответствующие болезни – природно-очаговыми (Неулыбина, 1966).

Основные представления о взаимоотношениях в системе «здоровье человека – окружающая среда» сформировались под влиянием работ Е.Н. Павловского (1964), Л. В. Громашевского (1949), А. Г. Воронова (1981), Б. Л. Черкасского (1981, 2007), С. М. Малхазовой (2001) и др.

Свой вклад в изучение распространения природно-очаговых болезней внесли и Пермские ученые: Н. Н. Воробьева (1998), В. Б. Коренберг (2003, 2008), М. Ю. Девятков, Л. Я. Горбань, И. В. Фельдблюм (2006), В. Ю. Тетерин, В. В. Нефедова (2010), М. Н. Самаров (2006), Р. Г. Кузьминова (1999, 2002, 2006), Е. С. Зеленина, (2010).

Различают *природный очаг инфекции* и *территорию очага*. В первом случае, это преимущественно биоценологическая категория, а во втором – пространственная категория, анализируемая эколого-географическими методами (Олсуфьев, 1970). Размеры природных очагов различны: от нескольких десятков километров до сотен тысяч квадратных километров. Разным природным комплексам, отличающимся разными типами биоценозов, свойственны разные типы природных очагов.

Природный очаг болезни (Павловский, 1964) свойственен определенному географическому ландшафту (природному комплексу), так как существует в условиях определенного климата, растительности, почв и благоприятного микроклимата тех мест, в которых обитают переносчики, доноры и реципиенты возбудителя. Очаг является саморегулирующей системой популяции возбудителя, которая существует не изолированно, а во взаимодействии с экологическими факторами среды очаговой биосистемы – абиотическими, биотическими и антропогенными (Равдоникас, 1976).

В природных комплексах созданы все условия для формирования природных очагов инфекций. Наиболее значимыми являются: климатические и гидрологические факторы, рельеф, почвы, тип растительности, видовой состав и плотность популяций (Воронов, 1993; Токаревич, 1975; Черкасский 1981, 2007; Неронов, 1997; Малхазова, 2011 и др.).

Хозяйственная деятельность человека приводит к преобразованию естественных комплексов в антропогенные и изменяет характер распространения инфекционных болезней (Воробьева, 1998.). Во-первых, способствует возникновению на территориях условий, благоприятных не только для расширения ареалов, но и укоренению природно-очаговых болезней в них. Во-вторых, может иметь место затухание и ликвидация одних очагов и приспособление к измененным условиям других. В третьих, возможен вынос инфекции за пределы первичных очагов и формирование очагов, возникших в результате человеческой деятельности (Воробьева, 1998.). К настоящему времени известно несколько десятков природно-очаговых болезней различной этиологии: бактериальные, вирусные инфекции, спирохетозы, риккетсиозы, протозойные болезни, гельминтозы (Ющук, Мартынов, 2003).

Пермский край входит в число 13 субъектов РФ с высоким уровнем заболеваемости вирусными природно-очаговыми инфекциями и паразитарными болезнями. Среднегодовалый показатель (СМП) заболеваемости превышает таковой по РФ почти в 2-3 раза. Наиболее распространенными из вирусных природно-очаговых болезней в крае являются клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) и иксодовый клещевой боррелиоз (ИКБ), из паразитарных – дифиллоботриоз, лямблиоз, описторхоз.

Изучение распространенности природно-очаговых болезней (ПОБ) проводилось нами в границах природных комплексов (ПК) на уровне подзон, где формируются их очаги.

4.1. Вирусные природно-очаговые инфекции

Среднегодовалый показатель заболеваемости (СМП) вирусными природно-очаговыми болезнями в Пермском крае выше СМП по РФ более чем в разы (по КВЭ – в 4,0 раза, ИКБ – в 1,6 раза, ГЛПС – в 2,7 раза), несмотря на снижение распространенности этой заболеваемости с 2001 по 2018 гг. (рис.4.1).

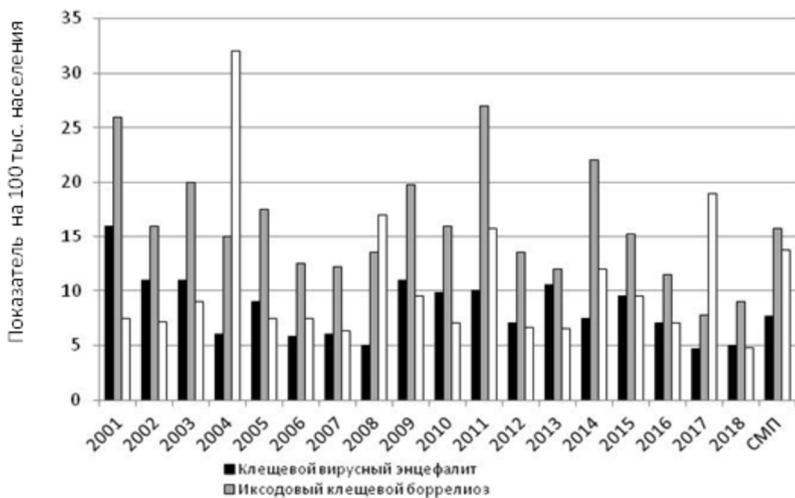


Рисунок 4.1 – Многолетняя динамика заболеваемости вирусными природно-очаговыми инфекциями в Пермском крае на 100 тыс. человек (Государственный доклад «О состоянии ...2014-2019 годах»).

Клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) – наиболее характерный представитель природно-очаговых заболеваний на территории Пермского края. В структуре инфекций, ассоциируемых с клещами, на его долю приходится около 28% (Гос. доклад «О состоянии ...2014-2019 годах»). СМП заболеваемости КВЭ за период 2001-2018 гг. составил 7,7 случаев на 100тыс. человек (рис. 4.1). Даже на фоне наблюдающейся с 2002 г. очередной фазы пониженной активности эпидемического процесса практически одна треть территории края (34%) относится к зоне риска, где показатель заболеваемости выше среднего показателя по краю в 1,1-3,1 раза. По оценкам специалистов, экономический ущерб, обусловленный данным заболеванием, в масштабах края составляет от 5,5 до 21млн. рублей ежегодно (Девятков, 2006).

КВЭ – острое тяжелое вирусное заболевание с поражением центральной нервной системы. Возбудитель заболевания – нейротропный вирус, относящийся к группе арбовирусов (то есть вирусов, передающихся членистоногими – клещами, комарами, кровососущими мухами и т.д.). Характерной эпидемиологической особенностью является наличие резервуара возбудителя в природе, что определяет достаточно чет-

кое региональное распространение заболеваний. Хозяевами вируса являются теплокровные животные: полевые мыши, бурундуки, ежи, зайцы, белки, птицы, а также домашний скот.

Переносчиком инфекции является клещ из семейства иксодовых (*Ixodes persulcatus*). Клещи сохраняют возбудителя пожизненно, передают его потомству трансвариально, являясь дополнительным резервуаром вируса. Во внутригодовой динамике заболеваемости КВЭ прослеживается весенне-осенняя сезонность – с мая по ноябрь с максимумом в июле – августе. Многолетней динамике заболеваемости КВЭ свойственны циклические проявления. Продолжительность цикла составляет 32–34 года, в том числе 13-14-летняя фаза повышенной и 19–20-летняя фаза пониженной активности эпидемического процесса. С 2002 г. наблюдается очередная фаза пониженной активности.

В современных условиях отмечается преобладание заболеваемости среди населения, профессиональная деятельность которого не связана с лесом. Заражение городского населения происходит преимущественно во время отдыха и хозяйственно-бытовой деятельности в лесу. СМП присасывания клещей на территории Пермского края составляет 636,1 на 100 тыс. населения. Наиболее часто присасывания клещей регистрируются на территории Карагайского, Очерского, Верещагинского, Добрянского, Бардымского, Нытвенского, Частинского и Ильинского районов. Процент зараженности клещей в среднем составил 2,4%, в том числе из объектов окружающей среды -1,3 % (Девятков, 2006).

Иксодовый клещевой боррелиоз или болезнь Лайма (ИКБ) в общей структуре природно-очаговых заболеваний края составляет 26%. СМП заболеваемости равен 15,8 случаев на 100тыс. человек (Государственный доклад «О состоянии ...2014-2019 годах). К территориям риска относятся почти 41,5% административных территорий края, где заболеваемость превышает не только СМП по России (в 2,1-5,4 раза), но и среднее значение по Пермскому краю (1,1-1,7 раза) (рис.4.1).

ИКБ – инфекционное трансмиссивное природно-очаговое заболевание. Природные очаги приурочены, главным образом, к лесным ландшафтам умеренного климатического пояса. Переносчиком инфекции также является клещ из семейства иксодовых (*Ixodes persulcatus*). Личинки клещей чаще паразитируют на мелких грызунах, нимфы и половозрелые особи – на многих позвоночных, в основном животных, в том числе и собаках. Естественная зараженность клещей боррелиями в эндемичных очагах достигает 60%. Доказана возможность симбиоза нескольких видов боррелий в одном клеще. Возможна одновременная за-

раженность иксодовых клещей возбудителями КВЭ и ИКБ, что определяет существование сопряженных природных очагов этих двух инфекций и предпосылки для одновременного инфицирования людей. Восприимчивость человека к боррелиям очень высокая, а возможно, и абсолютная. От больного к здоровому человеку инфекция не передается. Для первичных заражений характерна весенне-летняя сезонность, обусловленная периодом активности клещей (с апреля по октябрь). Заболеваемости ИКБ также как КВЭ свойственны циклические проявления. Длительность цикла составляет 11-13 лет, он состоит из 7-8-летней фазы повышенной активности эпидемического процесса и 4-5-летней фазы пониженной активности. С 2007 года наблюдается очередная фаза повышенной активности эпидемического процесса. Уровень зараженности боррелиями клещей, снятых с людей, в среднем составляет более 30%, а из внешней среды – более 33%.

4.2. Паразитарные природно-очаговые инфекции

Пермский край относится к субъектам РФ с наиболее высокими показателями суммарной заболеваемости паразитарными болезнями: около 423,1 случаев на 100 тыс. населения, что в 2 раза превышает среднероссийский показатель (210,4 на 100 тыс. населения) (Государственный доклад «О состоянии ... в 2018 году).

В последние годы заболеваемость зооантропонозными болезнями имеет тенденцию к снижению по всем изучаемым нами видам инфекций. Динамика изменений паразитарными природно-очаговыми заболеваниями за период с 2001 по 2018 года представлена на рисунке 4.2.

Дифиллоботриоз. В РФ в структуре биогельминтов в 2018 году на долю дифиллоботриоза приходилось 16,8% (Капустин, 2009). Территория края является активным природным очагом дифиллоботриоза. СМП заболеваемости дифиллоботриозом за период с 2001 по 2018 гг. регистрируется на уровне 48,2 на 100тыс. человек, имеет тенденцию к снижению, и уже за период с 2008 по 2018 гг. СМП уже равен 19,9 случаев на 100тыс. человек.

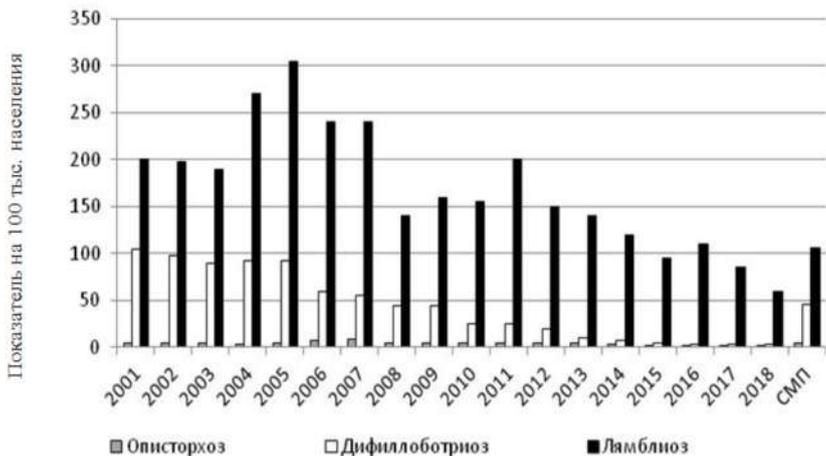


Рисунок 4.2 – Многолетняя динамика показателей заболеваемости описторхозом, дифиллоботриозом и лямблиозом в Пермском крае (на 100 тыс. населения) (Государственный доклад «О состоянии...» в 2014-2019 годах)

Дифиллоботриоз (*Diphyllobothrium latum*) – зооантропонозная инвазия. Возбудитель заболевания – лентец широкий, который паразитирует не только у человека (годами), но и у ряда домашних и диких млекопитающих (менее продолжительно). Распространение дифиллоботриоза связано с крупнейшими пресноводными водоемами (Черкасский, 1981). Характерные черты природных очагов дифиллоботриоза – эндемичность, ограниченность зоной соответствующих водоемов и стойкость (Малхазова, 2001). Речная рыба в период массового отлова занимает значительную долю в пищевом рационе местных жителей. Источником инвазии служит употребление рыбы, не прошедшей необходимой термической обработки, не просоленной ее икры (Коренберг, 2003).

Распространению болезни способствуют загрязнение водоемов в результате сброса в них неочищенных или недостаточно очищенными хозяйственно-коммунальными сточными водами. Заражение часто носит сезонный характер и приурочено к весенней путине, так как в это время года происходит поверхностный сток загрязненных вод в водохранилище.

Для Пермского края дифиллоботриоз – краевая патология. Неблагополучное состояние по нему отмечается на территории шести АТЕ, расположенных вдоль реки Камы, а также вблизи других крупных рек и

водоёмов (Частинский, Сивинский, Оханский, Усольский, Верещагинский, Ильинский), в Коми-Пермяцком округе, который является крупнейшим природным очагом дифиллоботриоза, где показатель заболеваемости превышает среднекраевой в 2,2–6,4 раза.

Описторхоз (Opisthorchis felineus) – биогельминтоз, вызываемый паразитированием в печеночных ходах и протоках поджелудочной железы гельминтов – кошачьей (сибирской) двуустки (*Opisthorchis felineus*). Окончательными хозяевами паразита являются человек, домашние и дикие животные, промежуточным – пресноводный моллюск – битиния (*Bithynia leachi*), а дополнительные хозяева – карповые рыбы (лещ, сазан и т.д.).

В Пермском крае СМП заболеваемости описторхозом находится на уровне 8,8 случаев на 100тыс. человек с колебаниями от 17,7 случаев на 100тыс. населения в 2003 г. до 3,4 – в 2018 г. Ареал распространения описторхоза не меняется. На 17 территориях отмечен рост заболеваемости описторхозом. Наиболее неблагоприятными по уровню заболеваемости являются территории Коми-Пермяцкого округа, дающие 1/3-1/4 всех случаев описторхоза от общего количества, зарегистрированных по Пермскому краю.

Высокие показатели заболеваемости усугубляются социальными факторами: увеличением в рационе питания населения прибрежных городов и поселков рыбы и рыбопродуктов домашнего приготовления, сохранением привычки местных жителей употреблять в пищу сырую рыбу, увеличением числа рыбаков-любителей и браконьеров, неконтролируемым вывозом рыбы и рыбопродуктов из очагов описторхоза и дифиллоботриоза, реализацией рыбы и рыбопродуктов на несанкционированных рынках.

Лямблиоз – паразитарная инфекция, возбудителем которой является микроскопический одноклеточный паразит – лямблия. Лямблии обитают в сточных водах, в водоёмах со стоячей водой. Широкому распространению болезни способствует то, что при длительном и бессимптомном течении болезни больные продолжают быть заразными и выделяют цисты паразитов, способные вызывать болезнь у здоровых людей (Ющук, 2003). СМП заболеваемости лямблиозом на территории края составляет 105,9 на 100 тыс. населения. Внутригодовая динамика заболеваемости характеризуется весенней сезонностью с максимумом в апреле. Случаи лямблиоза регистрировались на всех территориях края, за исключением Бардымского, Б-Сосновского, Еловского, Ильинского, Ка-

рагайского, Очёрского, Усольского, Частинского районов и г. Чусовской. На 1/3 территорий показатели заболеваемости превышают краевой показатель от 1,2 до 2 раз.

Особенностью большинства паразитарных болезней (дифиллоботриоза, описторхоза, лямблиоза и др.) является хроническое течение.

Анализ заболеваемости населения природно-очаговыми болезнями показал, что в настоящее время одной из важнейших проблем Пермского края является неблагоприятная эпидемиологическая обстановка по заболеваемости природно-очаговыми болезнями (Мерзлова, 2005; Девятков, 2006; Афанасьева, 2006; Волгин, 2007; Астафьев, 2012), в которых определенный вклад вносит экологическое состояние среды обитания (Кологоров, 2010; Двинских, 2016; Минкина, 2020).

4.3. Роль экологического состояния природных комплексов и их компонентов в распространенности природно-очаговой заболеваемости

Для оценки заболеваемости использована методика расчета ИЭБ, представленная в главе 1. Оценка заболеваемости дана с использованием частных индексов (I_{vir} и I_{par} : по вирусным и паразитарным природно-очаговым заболеваниям) и относительным коэффициентам (по каждому виду заболевания: $K_{квэ}$, $K_{икб}$, $K_{опист}$, $K_{диф}$, $K_{лямб}$), для расчета которых в качестве условной нормы выбраны значения 50% обеспеченности каждого вида заболеваемости (табл. 4.1-4.2). Кривые обеспеченности вирусных и паразитарных природно-очаговых инфекций представлены на рисунке 4.3.

Таблица 4.1

Оценка заболеваемости населения Пермского края вирусными природно-очаговыми болезнями, передаваемыми клещами, (фрагмент)

АТЕ	КВЭ			ИКБ			Средн. балл	Оценка состояния по вирусным ПОБ
	СМП	K_{zi}	Балл	СМ П	K_{zi}	Балл		
Александровский	6,92	0,91	3	12,18	0,88	2	2,5	Удовлетворительное
Березники	6,66	0,88	2	13,97	1,01	3	2,5	Удовлетворительное
Гремячинский	4,49	0,59	2	3,15	0,23	1	1,5	Допустимое
Губахинский	4,13	0,54	2	16,53	1,19	4	3	Удовлетворительное

Кизеловский	0,00	0	1	23,22	1,67	4	2,5	Удовлетворительное
Краснокамский	6,92	0,91	3	17,79	1,28	4	3,5	Напряженное
Кунгур	5,17	0,68	2	9,93	0,72	2	2	Допустимое
Лысьвенский	13,42	1,77	4	11,05	0,8	2	3	Удовлетворительное
Соликамск	6,97	0,92	3	18,02	1,3	4	3,5	Напряженное
Чайковский	1,12	0,15	1	7,78	0,56	2	1,5	Допустимое
Чусовской	5,36	0,71	2	14,95	1,08	3	2,5	Удовлетворительное
Бардымский	3,07	0,4	1	9,97	0,72	2	1,5	Допустимое
Березовский	2,54	0,33	1	10,22	0,74	2	1,5	Допустимое
Б-Сосновский	13,24	1,74	4	8,72	0,63	2	3	Удовлетворительное

Таблица 4.2

**Оценка заболеваемости населения Пермского края
паразитарными болезнями (фрагмент)**

АТЕ	Дифиллоботриоз		Описторхоз		Лямблиоз		Ипар	Оценка состояния по паразитарным ПОБ
	K_{zi}	Балл	K_{zi}	Балл	K_{zi}	Балл		
Александровский	0,41	1	0,30	1	1,29	4	2	Допустимое
Березники	0,82	2	0,30	1	0,46	1	1,3	Допустимое
Гремячинский	0,13	1	0,12	1	0,02	1	1	Благоприятное
Губахинский	0,21	1	0,41	1	1,15	4	2	Допустимое
Кизеловский	0,13	1	0,28	1	4,15	5	2,3	Удовлетворительное
Краснокамский	0,75	2	0,23	1	0,97	3	2	Допустимое
Кунгур	0,17	1	0,51	2	2,32	5	2,6	Удовлетворительное
Лысьвенский	0,05	1	0,20	1	5,74	5	2,3	Удовлетворительное
Соликамск	0,67	2	0,92	3	2,35	5	3,3	Напряженное
Чайковский	0,32	1	0,50	1	4,12	5	2,3	Удовлетворительное
Чусовской	0,23	1	0,20	1	0,2	1	1	Благоприятное
Бардымский	0,08	1	0,22	1	0,1	1	1	Благоприятное
Березовский	0,05	1	0,06	1	0,19	1	1	Благоприятное
Б-Сосновский	0,16	1	0,00	1	0,63	2	1,3	Допустимое

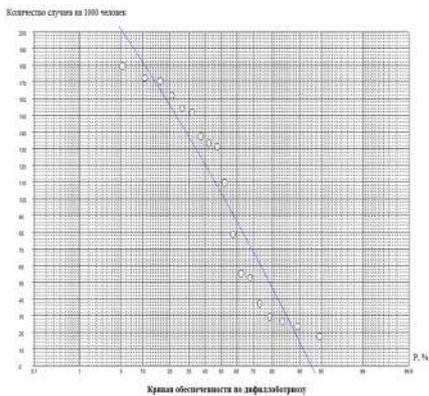
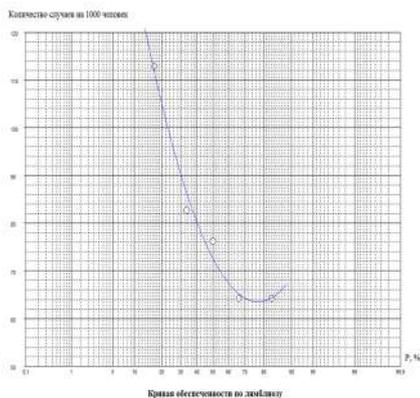
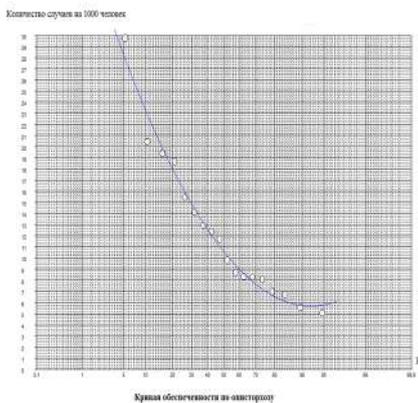
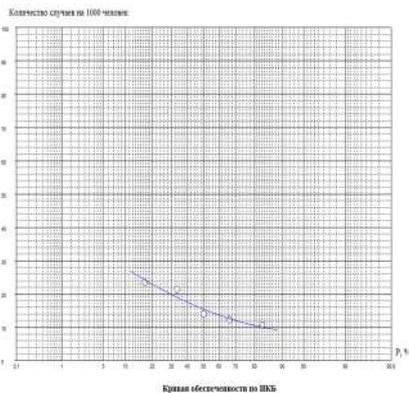
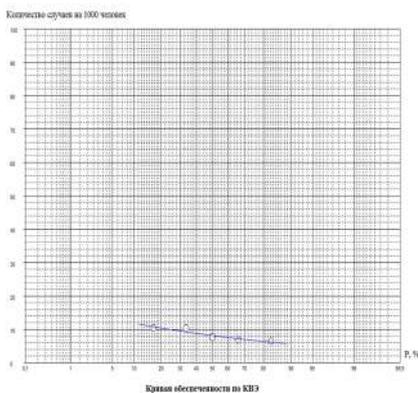


Рисунок 4.3 – Кривые обеспеченности вирусных и паразитарных природно-очаговых инфекций

Статистическая отчетность по заболеваемости дается по АТЕ, в связи с чем, дальнейший расчет остроты проявления природно-очаговой заболеваемости сначала производился в пределах АТЕ, а затем рассчитывался для соответствующих ПК.

Согласно методике были рассчитаны относительные коэффициенты K по показателям вирусной (КВЭ и ИКД) (табл.4.1) заболеваемости (формулы 4.1, 4.2):

$$K_{\text{квэ}i} = \frac{K_{\text{ф}}}{K_{\text{н}}}, \quad (4.1);$$

где $K_{\text{ф}}$ – фактическое значение заболеваемости КВЭ в i -том АТЕ; $K_{\text{н}}$ – условная норма, соответствующая значению 50% обеспеченности заболеваемости КВЭ на 1000 жителей (7,6 случаев на 1000 жителей) (рис.4.3).

$$K_{\text{икб}i} = \frac{K_{\text{ф}}}{K_{\text{н}}}, \quad (4.2);$$

где $K_{\text{ф}}$ – фактическое значение заболеваемости ИКБ в i -том АТЕ; $K_{\text{н}}$ – условная норма, соответствующая значению 50% обеспеченности заболеваемости ИКБ на 1000 жителей (13,87 случаев на 1000 жителей) (рис.4.3).

Относительные коэффициенты по паразитарной (дифиллоботриоз, лямблиоз, описторхоз) природно-очаговой заболеваемости (табл.4.2) были определены по формулам:

$$K_{\text{диф}i} = \frac{K_{\text{ф}}}{K_{\text{н}}}, \quad (4.4);$$

где $K_{\text{ф}}$ – фактическое значение заболеваемости дифиллоботриозом в i -том АТЕ; $K_{\text{н}}$ – условная норма, соответствующая значению 50% обеспеченности заболеваемости дифиллоботриозом на 1000 жителей (103 случая на 1000 жителей) (рис.4.3).

$$K_{\text{лямб}i} = \frac{K_{\text{ф}}}{K_{\text{н}}}, \quad (4.5);$$

где $K_{\text{ф}}$ – фактическое значение заболеваемости лямблиозом в i -том АТЕ; $K_{\text{н}}$ – условная норма, соответствующая значению 50% обеспеченности заболеваемости лямблиозом на 1000 жителей (76,2 случая на 1000 жителей) (рис 4.3).

$$K_{\text{оп}i} = \frac{K_{\text{ф}}}{K_{\text{н}}}, \quad (4.6);$$

где $K_{\text{ф}}$ – фактическое значение заболеваемости описторхозом в i -том АТЕ; $K_{\text{н}}$ – условная норма, соответствующая значению 50% обеспеченности заболеваемости описторхозом на 1000 жителей (103,05 случаев на 1000 жителей) (рис.4.3).

Затем были рассчитаны частные индексы для паразитарных и для вирусных природно-очаговых инфекций по формулам:

$$I_{\text{вир}i} = (K_{\text{КВЭ}} + K_{\text{ИКБ}})/2 \quad (4.7);$$

где $I_{\text{вир}i}$ – частный индекс вирусных природно-очаговых инфекций, i – АТЕ, $K_{\text{КВЭ}}$ – относительный коэффициент, характеризующий распространённость заболеваемости КВЭ; $K_{\text{ИКБ}}$ – относительный коэффициент, характеризующий распространённость заболеваемости ИКБ.

$$I_{\text{пар}i} = (K_{\text{диф}} + K_{\text{лям}} + K_{\text{оп}})/n \quad (4.8);$$

где $I_{\text{пар}i}$ – частный индекс паразитарных природно-очаговых инфекций, i – АТЕ, $K_{\text{диф}}$ – относительный коэффициент, характеризующий распространённость заболеваемости дифиллоботриозом; $K_{\text{лям}}$ – относительный коэффициент, характеризующий распространённость заболеваемости лямблиозом, $K_{\text{оп}}$ – относительный коэффициент, характеризующий распространённость заболеваемости описторхозом, n – количество слагаемых.

Полученные значения частных индексов были использованы для расчета ЧИ вирусной и паразитарной природно-очаговой заболеваемости в пределах каждого природного комплекса ПК (формулы 4.9 и 4.10):

$$I_{\text{жвир}} = (I_1 + I_2 + \dots + I_n)/n \quad (4.9);$$

где $I_{\text{жвир}}$ – частный индекс вирусной природно-очаговой заболеваемости в пределах j -того ПК; I_1, I_2, \dots, I_n – частные индексы вирусной природно-очаговой заболеваемости в пределах АТЕ, входящих в состав j -того ПК, n – количество АТЕ.

$$I_{\text{жпар}} = (I_1 + I_2 + \dots + I_n)/n \quad (4.10);$$

где $I_{\text{жпар}}$ – частный индекс паразитарной природно-очаговой заболеваемости в пределах j -того ПК; I_1, I_2, \dots, I_n – частные индексы паразитарной природно-очаговой заболеваемости в пределах АТЕ, входящих в состав j -того ПК, n – количество АТЕ.

Результаты расчетов представлены на карте «Распространённость природно-очаговых инфекций в природных комплексах Пермского края» (рис.4.4).

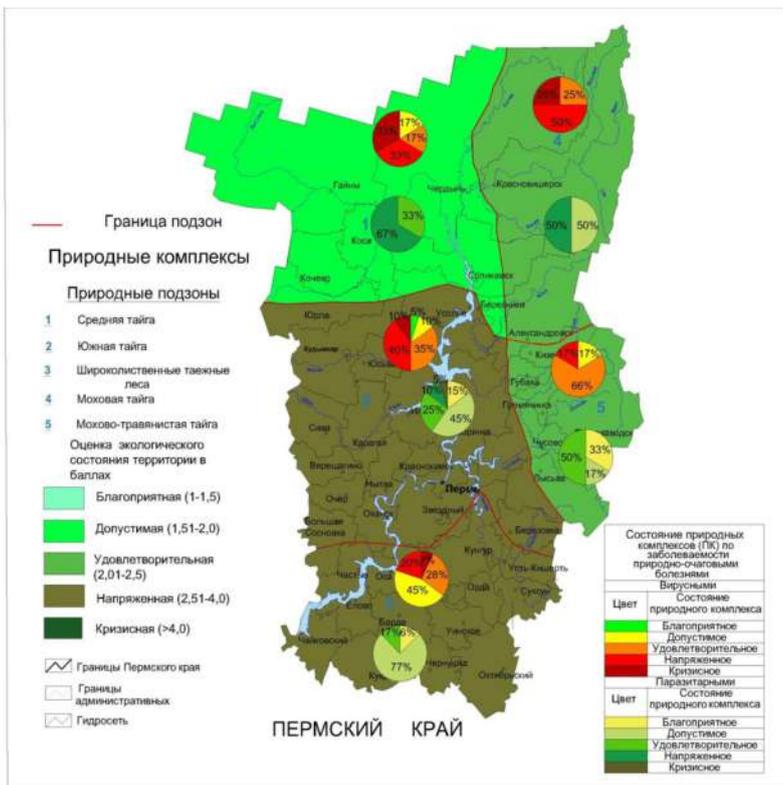


Рисунок 4.4 – Распространенность природно-очаговых инфекций в природных комплексах Пермского края

Распределение территорий ПК по экологическому состоянию, остроте проявления вирусных и паразитарных природно-очаговых болезней представлено в таблице 4.3.

Установлено, что площади природных комплексов с уровнем разного экологического состояния (определенным по ИЭБ) не всегда совпадают с площадями распространения вирусных и паразитарных природно-очаговых болезней (табл.4.3).

Такое совпадение отмечается в ПК «Моховая тайга», «Средняя тайга» и «Южная тайга». В ПК «Моховая тайга» кризисное ЭС и острота проявления вирусных природно-очаговых болезней складывается на 25% территории ПК.

Таблица 4.3

Распределение территорий ПК по экологическому состоянию, остроте проявления вирусных и паразитарных природно-очаговых болезней, %

Природный комплекс (ПК)	Распределение территории ПК по остроте проявления вирусных ПОБ, (%)	Распределение территории ПК по остроте проявления паразитарных ПОБ (%)	Распределение территории ПК по оценке экологического состояния (%)
Средняя тайга	33,3%– кризисное 33,3% -напряженное 33,3 % – удовлетворительное и допустимое	66,7%–напряженное 33,3 % – удовлетворительное	50% – удовлетворительное 33,3%–допустимое 16,7%– благоприятное
Южная тайга	10% – кризисное 40% – напряженное, 35% -удовлетворительное 10% – допустимое 5%-благоприятное	5%– кризисное 10% -напряженное 25% – удовлетворительное 45% – допустимое 15%-благоприятное	5%– кризисное 55%-напряженное 30%-удовлетворительное 10%– допустимое
Широколиственно-таежные леса	12,5 – кризисное 37,5%-удовлетворительное 50% -допустимое	12,5%-удовлетворительное 75% -допустимое 12,5%-благоприятное	62,5 % – напряженное 37,5%– удовлетворительное
Моховая тайга	25 % – кризисное, 50%-напряженное 25%-удовлетворительное	50%-напряженное 50 %-допустимое	25 % – кризисное 25%-напряженное 25 %-удовлетворительное 25%-благоприятное
Мохово-травянистая тайга	16,6% -напряженное 66,6 %– удовлетворительное 16,7% -допустимое	50 %– удовлетворительное 16,7% – допустимое 33,3-благоприятное	33,3%-напряженное 66,7 %–удовлетворительное

В ПК «Южная тайга» допустимое ЭС фиксируется на 10% территории, для которой характерна и соответствующая, допустимая, острота

проявления вирусных природно-очаговых болезней. Аналогичная ситуация и в ПК «Средняя тайга» – на 33,3% территории ЭС и острота проявления вирусных природно-очаговых болезней характеризуются как «допустимая».

Для остальных ПК такое соответствие не соблюдается: оценка экологического состояния по ИЭБ не всегда совпадет с оценкой остроты проявления в них вирусных и паразитарных природно-очаговых болезней.

Так, в ПК «широколиственно-таежные леса» удовлетворительное ЭС наблюдается на 62,5% территории ПК, в то время, как удовлетворительное состояние по вирусным заболеваниям складывается а 37,5% территории, паразитарным – на 12,5 % территории ПК (рис. 4.4).

Для установления зависимости между экологическим состоянием ПК и распространенностью природно-очаговой заболеваемости составлены ранжированные ряды за двадцатилетний период, проведен корреляционный анализ и рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена (r_s) (табл.4.4).

Таблица 4.4

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s) между экологическим состоянием и распространенностью вирусных и паразитарных природно-очаговых болезней (ПОБ)

Природный комплекс, ПК	Число АТЕ в ПК	Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s)	
		вирусные природно-очаговые болезни	паразитарные природно-очаговые болезни
Средняя тайга	6	0,37 (* $m = \pm 0,46$)	0,02 ($m = \pm 0,26$)
Южная тайга	20	0,94 ($m = \pm 0,09$)	0,91 ($m = \pm 0,09$)
Широколиственно-таежные леса	14	0,81 ($m = \pm 0,17$)	0,74 ($m = \pm 0,21$)
Моховая тайга	4	0,20 ($m = \pm 0,41$)	0,21 ($m = \pm 0,38$)
Мохово-травянистая тайга	6	0,66 ($m = \pm 0,37$)	0,71 ($m = \pm 0,35$)

* m – ошибка коэффициента корреляции Спирмена

Статистическая значимость полученного коэффициента оценивается при помощи t-критерия Стьюдента (Зыкова, 2008). Если рассчитанное значение t-критерия меньше табличного при заданном числе степеней свободы, статистическая значимость наблюдаемой взаимосвязи – отсутствует. Если больше, то корреляционная связь считается статистически значимой.

Таким образом, выявлена весьма высокая связь между ИЭБ и всеми показателями природно-очаговой заболеваемости населения в ПК «Южная тайга» ($r_s=0,91-0,94$) и высокая – в ПК «Широколиственно-таежные леса» ($r_s=0,74-0,81$). В остальных ПК эта связь слабая. Оценка тесноты связи полученных значений производилась в соответствие со шкалой Чеддока (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Шкала Чеддока (Критерии и методы. Критерий Спирмена, 2021)

Значение r_{xy}	Теснота (сила) корреляционной связи
менее 0,3	слабая
от 0,3 до 0,5	умеренная
от 0,5 до 0,7	заметная
от 0,7 до 0,9	высокая
более 0,9	весьма высокая

Результаты наших исследований подтверждают также тезис о том, что более тесная связь существует между природно-очаговой заболеваемостью и состоянием тех природных компонентов, что напрямую формируют экологические проблемы (табл.4.6).

Таблица 4.6

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s) между частными индексами природных комплексов и распространённостью природно-очаговых болезней (ПОБ)

Виды природно-очаговых болезней	Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s)		
	Водная составляющая	Лесные ресурсы	ИЭБ
Клещевой энцефалит	-	0,88 ($m= \pm 0,07$)	0,67 ($m= \pm 0,11$)
Клещевой боррелиоз	-	0,81 ($m= \pm 0,05$)	0,68 ($m= \pm 0,11$)
Вирусные ПОБ	-	0,97 ($m= \pm 0,04$)	0,77 ($m= \pm 0,09$)
Дифиллоботриоз	0,93 ($m= \pm 0,05$)	-	0,62 ($m= \pm 0,12$)
Описторхоз	0,90 ($m= \pm 0,06$)	-	0,63 ($m= \pm 0,11$)
Лямблиоз	0,94 ($m= \pm 0,05$)	-	0,63 ($m= \pm 0,11$)
Паразитарные ПОБ	0,95 ($m= \pm 0,05$)	-	0,83 ($m= \pm 0,08$)

* m – ошибка коэффициента корреляции Спирмена

Так, основное влияние на распространение очагов вирусных болезней (КВЭ и ИКБ), оказывает состояние лесной растительности ($r_s = 0,81-0,97$), а паразитарных (дифиллоботриоз, описторхоз, лямблиоз) – водных объектов ($r_s = 0,90$).

Глава 5. Экологическая политика

Термин «экологическая политика» берет свое начало в 60 годах XX века, когда экологические проблемы стали объектом исследования многих научных дисциплин, в том числе экономических, экологических, политических и др. Впервые термин «экологическая политика» был введен в научное сообщество американским политологом Линтоном К. Колдуэллом. Колдуэлл представлял экологическую политику как вид государственной политики по отношению к окружающей среде как к единому целому.

К настоящему моменту появилось большое количество различных интерпретаций термина «экологическая политика».

В широком смысле экологическая политика – это политика по отношению к окружающей природной среде. Данное понятие используется с конца 80-х – начала 90-х гг. XX в. При этом под политикой, как правило, понимают науку о целях и задачах государства и о средствах, которые необходимы для достижения поставленных целей. Появление термина "экополитика" свидетельствует о признании человеческим обществом третьего измерения в политике – экологического. Таким образом, появилась необходимость рассматривать экономические, социальные и экологические цели и задачи государства как единую систему (Глушкова, 2016). Реймерс Н.Ф. (1992,1994) считал, что экологической политикой понимается такое функционирование политической системы в целом и отдельных ее компонентов, которое позволяет наиболее оптимально и эффективно осуществлять регулирование взаимосвязей в системе «Природа – общество».

По словам Саблина И. В. (2011), «Экологическая политика – система мер на международном и национальном уровнях, направленная на реализацию стратегии устойчивого экологически безопасного социально-экономического развития общества».

В демографическом энциклопедическом словаре (1985) экологическая политика определяется, как деятельность в сфере охраны и оздоровления природы, оптимального использования и восстановления природных ресурсов, обеспечения экологической безопасности для людей, установление гармоничных взаимоотношений между человеком и природой»

В толковом словаре по охране природы (Снакин, 1995) приводится следующее определение: «Политика экологическая – это совокупность способов достижения поставленных экологической стратегией це-

лей и задач». При этом экологическая стратегия определена как совокупность конкретных целей и задач, рассчитанных на реальные возможности и термины их достижения, в сфере охраны окружающей природной среды и использование природных ресурсов.

Кроме того, экологическая политика может быть определена как система мероприятий, связанных с влиянием общества на природу; а также как определенная организацией совокупность намерений и принципов относительно экологических показателей её деятельности, которая создает основу для разработки конкретных целей и задач (Васильченко, 2017).

Лобанова Е. В. (2018) предлагает следующее определение экологической политики: «Современная экологическая политика определяется как система, тесно взаимодействующая с экономической, политической и социальной структурами общества в целях обеспечения реализаций различных стратегий, направленных на обеспечение охраны и защиты окружающей среды, а также предусматривающая рациональное использование природных ресурсов, которое приведет к значительному улучшению жизни людей и развития территорий

В своих трудах «Россия в окружающем мире» ученые международного независимого эколого-политического университета Н. Н. Марфенин, С. А. Фомин (2020) выделяют три ключевых этапа в процессе формирования методов и идеологии экологической политики:

1. Первый этап (1970–1983 г.). Ключевыми принципами, которые господствовали на данном этапе были: «загрязнитель платит» (принцип платности для природопользователей), поддержание существующего состояния окружающей среды, блокировка загрязнения, использование технологий, которые минимизируют загрязнение окружающей среды.

2. Второй этап (1984–1989г.). На данном этапе учёные массово привлекают внимание общественности к экологическим проблемам (истощение озонового слоя, кислотные дожди, сохранение биоразнообразия).

3. Третий этап (1990–1999 г.) характеризуется сокращением выбросов углекислого газа, увеличение доли вторичного использования сырья. На данном этапе происходит наделение широкими полномочиями органов государственной власти и местного самоуправления в сфере экологии и природопользования.

Таким образом, с течением времени понятие «экологической политики» постоянно совершенствуется и дополняется.

По нашему мнению, интерпретация понятия, представленная Е. В. Лобановой (2018) является наиболее полной и исчерпывающей в научном отношении.

Основными **целями** современной экологической политики являются: 1) обеспечение оптимального качества окружающей среды; 2) обеспечение устойчивого развития; 3) сохранение биологического разнообразия (Концепция экологической политики..., 2021).

В своей книге «Глобальный кризис. За гранью очевидного» (2010) (Райх, Долан, 2010) Саймон Долан пишет, что «глобальные проблемы, стоящие сегодня перед человечеством, способны привести к полному уничтожению нашей цивилизации в обозримом будущем». Климатические изменения, разрушение экологических систем, природные аномалии, неконтролируемый стремительный рост населения планеты, бесконечные вооруженные конфликты, борьба за ресурсы – все это оставляет нам мало шансов на выживание». Современный глобальный экологический кризис может быть определен как нарушение равновесия в экологических системах и в отношениях человеческого общества с природой. Он является следствием несоответствия развития современных технологий природопользования и экологическим возможностям окружающей среды. По данным начальника управления санитарного контроля Госкомсанэпиднадзора РФ, 109 млн. россиян из 148млн. проживают в неблагоприятных экологических условиях. По его словам, 40 – 50 млн. человек испытывают влияние 10-кратного превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) различных вредных веществ в окружающей среде, 55 – 60 млн. – 5-кратного превышения ПДК. Отсюда становится ясным необходимость разработки экологической политики регионов

Экологическая политика Пермского края основана на сочетании административных и экономических методах управления. В ее основе лежит планирование природоохранной деятельности – один из отработанных в международной практике механизмов управления охраной окружающей среды и природопользования. Она включает в себя эту систему мероприятий, связанных с влиянием общества на природу, которые постоянно совершенствуются и дорабатываются и структурируется согласно следующим **направлениям**: экологическое; социо-медицинское; социо-гуманитарное.

Основой **механизма реализации** экологической политики является внедрение норм и принципов сохранения живой природы в систему базовых принципов организации производства и принимаемых всеми

социальными группами правил поведения, ставших элементом культуры. Успешное решение задач экологической политики требует консенсуса в рамках региона всех государственных, общественных и коммерческих структур, организованно выражающих интересы разных групп населения. Согласие достигается политическими, экономическими, организационными, законодательными, образовательными и пропагандистскими мерами. Реализация экологической политики Пермского края во многом осуществляется с помощью специально разработанных экологических программ.

Долгосрочные целевые программы Пермского края:

– «Охрана и воспроизводство объектов животного мира, отнесенных к охотничьим ресурсам, и среды их обитания в Пермском крае на 2012-2016 годы» (Постановление от 19 мая 2011 года N 2683 об утверждении концепции долгосрочной целевой программы «Охрана и воспроизводство объектов животного мира, отнесенных к охотничьим ресурсам, и среды их обитания в Пермском крае на 2012-2016 годы», (2021).

– «Чистая вода, на 2012 – 2020 годы»

– «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Пермского края на 2010-2020 годы» (Постановление от 3 октября 2013 года N 1329-п об утверждении государственной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Пермского края», (2021)

– «Развитие и использование минерально-сырьевой базы Пермского края на 2012-2020 годы».

Несмотря на все предпринимаемые меры по реализации экологической политики, экологическое состояние многих АТЕ Пермского края находится в напряженном и кризисном состоянии. Это доказывают данные статистической отчетности – из года в год растут объемы загрязненных сточных вод, выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, образования отходов. На наш взгляд, экологическая политика края будет более эффективной, если будет опираться не на решение отраслевых проблем, касающихся отдельных предприятий (или отраслей), а исходя из комплексной оценки ЭС, базирующейся на индексе экологического благополучия.

Методический подход к разработке экологической политики региона (на примере Пермского края). Разработка, и реализация экологической политики Пермского края является, несомненно, важным пунктом в структуре управления региона. Разрабатываются и внедря-

ются в жизнь различные экологические программы, оцениваются полученные результаты использования программ и учитываются допущенные ошибки, совершенствуются существующие методы обеспечения экологической эффективности региона. Меры принимаются, а существенного улучшения экологического благополучия не происходит. Наравне со снижением техногенных нагрузок и улучшения в одной природоохранной сфере, мы можем наблюдать ухудшение в другой. Объясняется это все возрастающим уровнем развития промышленных производств, применением новых эффективных, в отношении плодородия, химикатов, снижением сети наблюдений экологического мониторинга, а также недостаточно серьезным экологическим воспитанием населения.

Стратегические и тактические цели экологической политики изложены в «Экологической доктрине Российской Федерации» (Экологическая доктрина ..., 2021).

Использование их для практических целей невозможно без разработки механизма реализации концептуальных положений.

Основными проблемами разработки такого механизма являются увязки программных положений между собой и стратегическими целями, обоснование последовательности и сроков запланированных мероприятий с учетом существующих ограничений – экономического, политического и т.п. характера (Лобанова, 2018.). Отсутствие несогласованности приводит к снижению эффективности запланированных мероприятий и увеличению материальных затрат. *Улучшение в одной, произвольно выделенной сфере, может сводиться к нулю продолжающимися негативными процессами в другой сфере, делая в итоге поставленные стратегические цели недостижимыми.*

Отсюда становится ясным необходимость *разработки методологии*, которая позволила бы исключить противоречия на стадии «постановки задачи». (Каранда, 2020, Лобанова, 2018.).

В связи с этим, предлагаем наиболее эффективный, на наш взгляд, подход к разработке экологической политики региона (на примере Пермского края), в которой находят отражение ее основные принципы – альтернативных издержек, «загрязнитель платит», долгосрочной перспективы и взаимозависимости (табл.5.1).

Структурная схема экологической политики, представленная на рисунке 5.1, включает четыре основных блока – инвентаризация, анализ, прогноз и принятие решений.

Блок 1. Инвентаризация. Суть этого блока заключается в выделении и структуризации уже существующих сведений, являющихся основой для формирования экологической политики.

Таблица 5.1

Принципы экологической политики (Васильченко, 2017)

Принцип	Краткая характеристика	Пример
Принцип альтернативных издержек	Требует учета альтернативных издержек использования природных ресурсов и экологических благ. Выигрыш от определенного варианта использования природных ресурсов должен превышать альтернативные издержки.	Если окружающая среда используется для размещения отходов, то альтернативные издержки заключаются в потере качества окружающей среды. Такое использование недопустимо, когда эта потеря больше, чем выигрыш от размещения отходов.
Принцип «загрязнитель платит»	Является конкретизацией принципа альтернативных издержек. Требует, чтобы альтернативные издержки общества сопоставлялись с выигрышами, но не определяет, каким образом эти издержки распределяются между субъектами экономики.	В условиях рыночной экономики, когда экономические субъекты принимают самостоятельные решения, важно сопоставлять частные выигрыши от экономической деятельности с общественными альтернативными издержками. В результате альтернативные издержки будут адресованы тем хозяйственным единицам, по вине которых они возникли.
Принцип долгосрочной перспективы	Он предполагает, что в случае выбора между охраной или деградацией окружающей среды альтернативные издержки должны определяться не статически, а в долгосрочной перспективе. Часто последствия загрязнения окружающей среды проявляются через длительное время, что порождает экологические риски и неопределенность.	Накопление ДДТ в пищевых цепочках, разрушение озонового слоя из-за поступления в атмосферу хлорфторуглеродов, проникновение нитритов в системы почвенных и подземных вод.
Принцип взаимозависимости	Экологические системы образуют сложную сеть взаимодействий, поэтому при проведении экологической политики необходимо учитывать перемещение загрязняющих веществ из	Запрет на захоронение отходов на свалке может привести к тому, что их будут выбрасывать в воду. Экологическая политика должна охватывать все объекты и подсистемы окружающей среды,

	одних подсистем окружающей среды в другие.	виды природных ресурсов, а также все известные типы ЗВ
--	--	--

В этот блок включаются сведения о степени изученности и состоянии природных компонентов; интенсивности и степени использования природных ресурсов; сведения о социальных показателях жизни населения, отображающих уровень жизни и здоровья населения; сведения о существующей системе управления, характеризующей экономическое развитие территории; а также сведения показывающие степень экологического образования и просвещения региона. Все эти показатели рассматриваются системно – во взаимосвязи и взаимодействии, отображая различные стороны экологической политики края.

Блок 2. Анализ. Второй блок схемы, «Анализ, представляет собой синтез всех изменений, которые происходят со всеми экологическими, социальными и экономическими показателями, входящими в первый блок. Оценив изменения, произошедшие с каждым показателем, мы проводим ранжирование по каждому из них, а затем и полное комплексное социально-экологическое ранжирование территорий края на год исследования, а также оцениваем компетентность и поведение управленческого аппарата и населения в свете устойчивого развития.

Блок 3. Прогноз. Третий блок схемы, «Прогноз», представляет результат взаимодействия двух предыдущих блоков, «Инвентаризации и «Анализа». На данном этапе в соответствии с проведенным ранее социальным эколого-экономическим ранжированием у нас будет возможность предположить, какие изменения возможны в 2021 году в перечисленных сферах при существующих темпах развития, а также, какие в будущем необходимы изменения в системе образования и просвещения.

Блок 4. Принятие решений. Блок «Принятие решений» – заключительный, в конечном итоге отображающий выбор варианта, отвечающего принятой стратегии и принципам устойчивого развития, полученного путем сравнения комплексного эколого-социально-экономического ранжирования на год исследования с комплексным эколого-социально-экономическим ранжированием на 2021 г.

Заключением работы должно являться составление перечня приоритетных направлений природоохранной деятельности на заданный период с учетом существующего ее состояния, ограничений экономического, научного и правового характера – условий обеспечения мероприятий программы, а на основе анализа этих условий – определения этапов выполнения программы и распределения средств обеспечения в течение этих этапов.

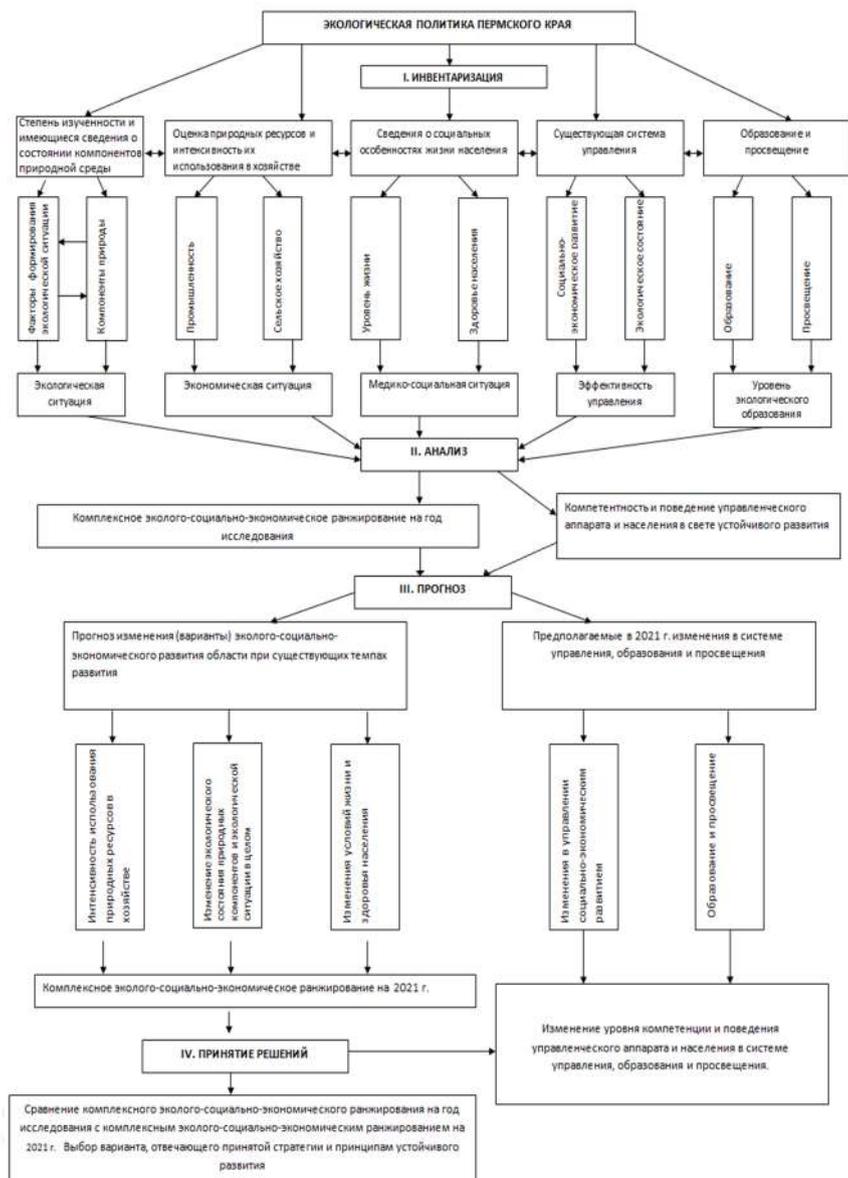


Рисунок 5.1 – Предлагаемая общая схема экологической политики Пермского края

Авторы доклада «За пределами роста (Медоуз с соавт., 1994) утверждают, что «ни промышленность, ни правительства, ни защитники окружающей среды, никакие другие группы людей (например, экономисты) не являются средством решения всех проблем. Все люди и все институты играют свою роль в рамках сложной системной структуры. В системе со структурой, имеющей тенденцию к выходу за пределы, все участники будут преднамеренно или непроизвольно способствовать этому. В системе, ориентированной на устойчивое развитие, промышленность, правительства, защитники окружающей среды и в особенности экономисты будут играть важную роль в построении устойчивого общества».

Данная схема экологической политики (рис. 5.1), по нашему мнению, охватывает все виды деятельности, влияющие на экологическое благополучие территории. В рамках данной работы мы можем говорить только о частичном ее претворении в жизнь, поскольку рассматриваем только некоторые последствия этой деятельности.

В связи с этим предыдущая схема экологической политики края (рис. 5.1) была нами переработана (рис.5.2) с учетом комплексной оценки состояния территории, базирующейся на индексе экологического благополучия.

Точно так же, как и предыдущая (рис. 5.1), эта схема (рис. 5.2) состоит из 4 основных блоков – инвентаризации, анализа, прогноза и принятия решений. В отличие от предыдущей схемы в блок инвентаризации включаются 3 подблока – сведения о состоянии природных ресурсов, техногенном воздействии на них, медико-социальных показателях, представленных уровнем жизни и заболеваемостью населения. Все перечисленные показатели в конечном итоге определяют экологическое состояние территории и состоянии здоровья населения, проживающего на ней.

Блок «Анализ» опирается на оценку частных индексов (природных сред, социальных условий жизни и уровня заболеваемости населения) и интегрального индекса экологического благополучия территории. После этого проводится комплексное социально-экологическое ранжирование на год исследования.

Блок «Прогноз» строится таким же образом как в предыдущей схеме. На основе его мы сможем предположить варианты развития экологического состояния территории, социальных условий жизни и здоровья населения. На основе полученных данных проводится комплексное социально-экологическое ранжирование на прогнозируемый год.

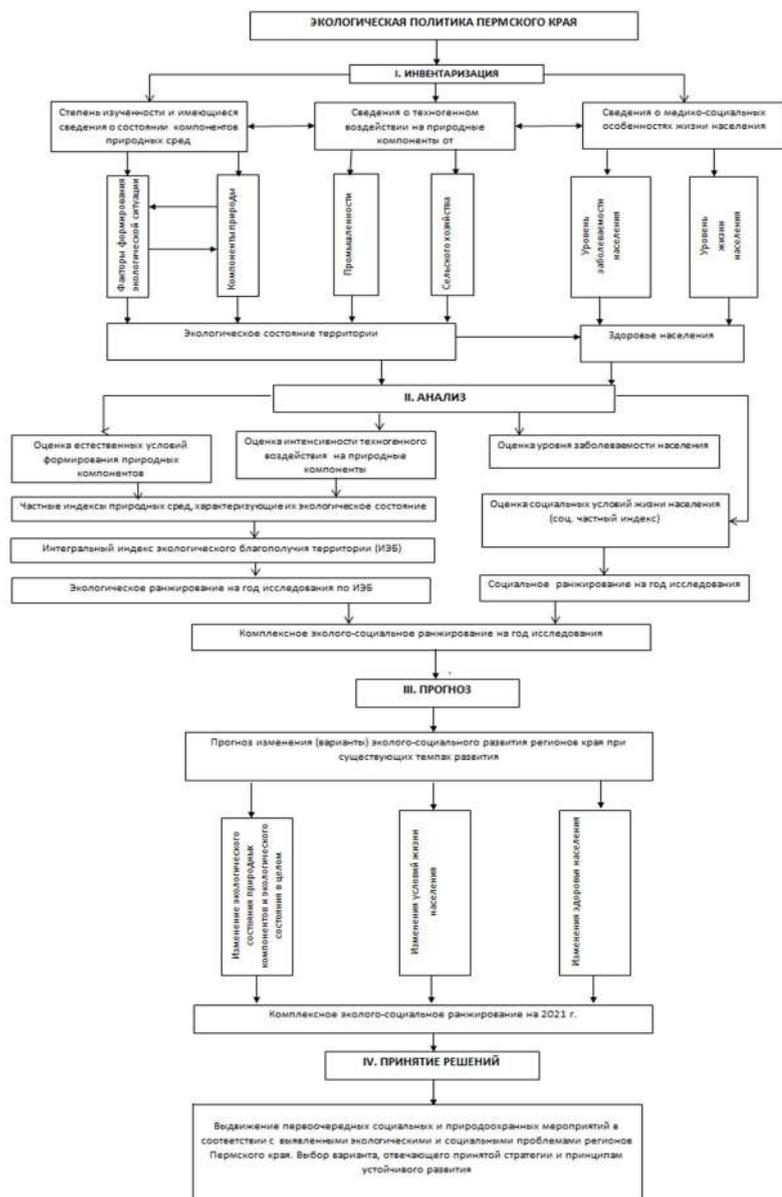


Рисунок 5.2 – Экологическая политика Пермского края на основе ИЭБ

Блок 4 отражает первоочередные социальные и природоохранные мероприятия в соответствии с ранее выделенными экологическими и социальными проблемами административно-территориальных единиц Пермского края.

Расчеты и результаты. Нами начаты исследования в рамках разработки Экологической политики Пермского края. В настоящее время проанализированы экологические проблемы, которые существуют в системно-организованных территориальных комплексах – единицах административного деления, на основе предложенного нами интегрального показателя – индекса экологического благополучия (ИЭБ).

Результатом расчетов стала карта районирования Пермского края (рис. 2.17). Из этой карты видно, что благоприятное экологическое состояние сложилось на территориях наиболее крупных северных районов – Чердынского и Гайнского. Для них характерна низкая степень техногенного воздействия и невысокая плотность населения. Высокие показатели лесистости и водообеспеченности во многом обеспечили благоприятное экологическое состояние этих территорий. В 20 регионах экологическое состояние характеризуется, как удовлетворительное. Эти районы расположены неравномерно – в основном на юге (Октябрьский, Уинский, Суксунский и др.), а также в восточной (Гремячинский, Губахинский, Кизеловский и др.) и западной (Б-Сосновский, Еловский, Карагайский и др.) частях края.

Значительная техногенная нагрузка от промышленных производств и сельскохозяйственном использовании земель здесь полностью не компенсируется природными показателями (водообеспеченность территории, лесистость, степень плодородия почв и др.).

Напряженное экологическое состояние сложилось в регионах с высокой степенью техногенной нагрузки и имеющих невысокие показатели обеспеченности водными ресурсами и лесистости. К ним относятся промышленно-развитые регионы (Чусовской, Пермский, Лысьвенский, Добрянский, Краснокамский и др.).

В городах Пермь, Березники и Соликамск (по величине ИЭБ) наблюдается напряженное и кризисное экологическое состояние. Эти города являются крупнейшими центрами черной металлургии, нефтяной, газовой, химической промышленности, машиностроения и других отраслей. Следовательно, в настоящее время на них следует обратить особое внимание, выделив приоритетные проблемы. Для этого используем индивидуальные индексы, в соответствии со значением которых наибольшую степень техногенного воздействия в Перми испытывают 2

природные среды – атмосферный воздух и воды, их состояния в соответствии с разработанной нами методикой оцениваются как кризисные.

Связано это в большей степени с интенсивным развитием промышленности и повышенным техногенным воздействием на окружающую среду города. Так с 2015 по 2019 год в городах Пермского края было зафиксировано более 1800 превышений концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. 1021 случаев пришлось на Пермь. Основной причиной этого являлись постоянно увеличивающиеся выбросы автотранспорта. Объемы сбросов загрязненных сточных вод в водные объекты г. Перми за период с 2009 по 2018 года изменялись в пределах от 31,47млн.м³ до 160,73млн.м³ (КамБВУ), с увеличением значений в начале и конце расчетного периода.

Влияние техногенных нагрузок на почвы и лесную растительность несколько меньше, но также интенсивное – состояние этих природных компонентов оценивается как напряженное. Проблемы с состоянием лесной растительности объясняются уничтожением лесов в городе в основном под элитную жилищную застройку. Подобные проблемы наблюдаются в Верхней Курье, поселке Акуловский, Черняевском парке. Почвенно-лесной покров сильно подвержен негативному влиянию промышленных и бытовых отходов, а также загрязнению тяжелыми металлами. С 2007 года в г. Перми наблюдается увеличение объемов размещения отходов на территории, достигшее в 2018 году максимума – 821,91тыс. тонн/год.

Таким образом, первоочередные природоохранные мероприятия в г. Перми должны быть направлены на охрану и очистку водных ресурсов и атмосферного воздуха, на втором месте – мероприятия по охране почв и лесной растительности.

Для городов Березники и Соликамск экологические проблемы более серьезны и связаны с неблагоприятным состоянием практически всех компонентов природной среды – согласно разработанной методике в г. Березники все компоненты природной среды, кроме лесной растительности находятся в кризисном экологическом состоянии; в г. Соликамске в кризисном состоянии находятся водные ресурсы района, состояние остальных компонентов оценивается, как напряженное.

Таким образом, природные компоненты каждого административного района испытывают определенную степень техногенного воздействия и, соответственно проведение природоохранных мероприятий для каждого района различно.

Следующим этапом исследований будет изучение конкретного города, а единицей исследований – источник воздействия. В этом случае

нас уже будет интересовать, например, не просто объем выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ, но и формируемые ими поля загрязнений. То есть подход к разработке Экологической политики представляет собой переход от общего к частному, от обобщенных показателей к конкретным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ российских и зарубежных литературных источников свидетельствует о том, что на сегодняшний день в практике природопользования отсутствует единый, общепринятый метод интегральной оценки экологического состояния территорий. Можно выделить несколько направлений ее оценки: по причинам формирования экологических проблем – техногенные воздействия; по показателям экологического состояния территории – химический состав отдельных компонентов природной среды; по результату взаимоотношения общества и природы – экологические проблемы. Мы придерживаемся первого направления, так как считаем, что для большого региона (такого, как Пермский край), за основу оценки экологического состояния территории (ЭС) рационально брать техногенные воздействия с обязательным учетом последствий этого воздействия для здоровья населения. Необходимость предлагаемой методики объясняется тем, что экологическая сеть мониторинга в регионе развита недостаточно и не позволяет получить полного представления о последствиях техногенных воздействий на компоненты природы. Так, в Пермском крае ведутся наблюдения по атмосферному воздуху только в 7 городах (из 48 районов) на 9 постах основной сети и на 11 – дополнительной; по воде – на 21 объекте (3 водохранилища и 18 рек) в 35 пунктах на 39 гидрохимических створах основной сети и 8 – дополнительной по 35 показателям. Все это обуславливает необходимость поиска приемов и разработки методов интегральной оценки состояния сложных систем. Вышесказанное объясняет цель нашей работы – разработка интегрального индекса экологического благополучия территории (ИЭБ) и методического подхода к его расчету.

Методической основой исследования выбран системный подход. Он основывается на диалектическом взаимодействии объекта и субъекта. Это взаимодействие развивается в результате воздействия субъекта (человека) через техногенные нагрузки на объект (компоненты природной среды). Изменение последнего влияет на сам субъект, усложняя или ухудшая условия его жизни, а, следовательно, и здоровье. Такой подход позволяет доказать (или опровергнуть) выдвинутую нами гипотезу: «Здоровье населения зависит от существующего экологического состояния территории и социальных условий жизни, которые сложились на территории проживания». Она находит выражение в схеме (рис. 1.5), базирующейся на Гегелевской триаде: «тезис – антитезис – синтез». Применительно к выдвинутой гипотезе: тезис – социальные условия жизни населения, антитезис – природная среда (или экологическое

состояние территории, характеристикой которой служит ИЭБ), синтез (результат взаимодействия этих составляющих) – состояние здоровья населения. Исходя из этого положения, может быть изучено экологическое состояние любой территории, так как ЭС представляет синтез состояний природных компонентов (атмосфера, вода, почва и растительность), каждое из которых формируется в результате взаимодействия природных и техногенных факторов. В этом случае, тезис – это компоненты природной среды, антитезис – противоположные ему техногенные воздействия, синтез – результат их взаимодействия. ИЭБ отражает экологическое состояние территории. Он представляет среднегеометрическую величину из частных индексов (ЧИ) в пределах исследуемой административно-территориальной единицы (АТЕ) или природного комплекса (ПК). Частные индексы характеризуют интенсивность воздействий на отдельные природные компоненты (водные ресурсы, атмосферный воздух, почвы и лесную растительность). В свою очередь ЧИ тоже представляет сложный показатель, включающий как положительные (например, норма стока), так и отрицательные (например, сброс сточных вод) условия и факторы, участвующие в формировании ЭС. Вклад их в формирование ЧИ определяется через относительный коэффициент – К, который показывает воздействие какого-либо одного фактора на один компонент природной среды. ЧИ показывает сумму всех (природных и техногенных) условий и воздействий на один компонент природной среды и определяется как среднеарифметическая величина из относительных коэффициентов.

По критерию остроты экологического состояния (благоприятное, допустимое, удовлетворительное, напряженное, кризисное) разработана 5-ти балльная шкала по принципу: меньшему значению величины коэффициентов соответствует меньший балл, при этом меньшей величине балла соответствует лучшее ЭС территории. Эта шкала стала основой для построения карт интенсивности воздействия на природные компоненты, экологического состояния территории, и других исследуемых показателей. Разработанная методика использована и для оценки социальных условий жизни населения и заболеваемости.

На основе рассчитанных индексов выделены проблемные ареалы и проведено районирование территории края по частным и интегральным показателям экологического состояния, социальным условиям, заболеваемости населения в пределах АТЕ и ПК Пермского края.

Результаты исследований показали, что максимальная техногенная нагрузка на атмосферный воздух наблюдается в развитых промыш-

ленных районах и районах с высокой плотностью автодорог. Наименьшая степень техногенного воздействия отмечается в 24 АТЕ, где, в основном развиты, сельское хозяйство и деревообработка.

Почвы в двух регионах (г. Березники и г. Соликамск) находятся в кризисном состоянии, напряженном – почвы 14 АТЕ, а в благоприятном – четырех АТЕ. В Красновишерском и Александровском районах объемы образования отходов максимальные, содержание гумуса в кризисном состоянии, однако низкие значения водной и ветровой эрозии, оврагообразования и доли кислых почв, позволяют оценить общее состояние почв в этих регионах как удовлетворительное.

Водные ресурсы городов Березники, Соликамск, Пермь, районы Краснокамский и Пермский находятся в наихудшем (напряженном и кризисном) экологическом состоянии, в наилучшем – водные ресурсы Чердынского, Красновишерского, Гайнского, а также Октябрьского, Кунгурского, Горнозаводского и Александровского районов.

Пермский край относится к группе многолесных регионов. Покрытые лесной растительностью земли занимают 71,3 % территории края. Однако, влияние хозяйственной деятельности человека и стихийных явлений, ведущих к уничтожению лесов (рубки, пожары, лесовосстановление и т.д.) привело к тому, что напряженное состояние лесистости отмечается в 58,3% АТЕ, в основном, на юго-западе края, кризисное – в Кунгуре (16,3% лесистости), и Кудымкаре (15,8% лесистости). Наиболее залесенные АТЕ расположены преимущественно на севере и востоке края.

Расчет ИЭБ и разработанные на его основе карты «Оценка экологического состояния административно-территориальных единиц (АТЕ) Пермского края» (рис. 2.17) и «Оценка экологического состояния природных комплексов (ПК) Пермского края» (рис.2.19) не только дают оценку экологического состояния АТЕ и ПК. Так, благоприятное и допустимое экологическое состояние сложилось на 18,7% территории края, в 41,7% АТЕ – удовлетворительное. Напряженное экологическое состояние сложилось в регионах с высокой степенью техногенной нагрузки и имеющих невысокие показатели обеспеченности водными ресурсами и лесистости (37,5%). В кризисном экологическом состоянии находятся два региона – Березники и Соликамск. Влияет ли сложившееся экологическое состояние на здоровье населения? Мы рассматриваем два вида заболеваемости. Первое – заболеваемость природно-очаговыми болезнями – инфекционные заболевания, передающиеся от животных человеку, возбудители которых существуют в природных очагах

различных ландшафтов. Второе направление – болезни населения, формирование которых зависит, в основном, от экологических и социальных условий мест проживания.

Для Пермского края характерен высокий уровень природно-очаговой заболеваемости населения вирусными (ассоциированными с клещами: клещевой вирусный энцефалит и иксодовый клещевой боррелиоз) и паразитарными (из гельминтозов – описторхоз, дифиллоботриоз, из протозоозов – лямблиоз) болезнями. Техногенные воздействия приводят к изменению состояния ПК, а значит и к изменению условий формирования природных очагов этих болезней. Изучение пространственно-временного распределения природно-очаговых болезней по территории края в границах ПК показало, что площади ПК разного экологического состояния не совпадают с площадями распространения природно-очаговых болезней (табл. 4.3). Расчет коэффициентов корреляции Спирмена (r_s) (табл. 4.4) выявил тесную связь между ИЭБ и показателями заболеваемости населения в ПК «Южная тайга» ($r_s = 0,94$) и умеренную – в ПК «Широколиственно-таежные леса» ($r_s = 0,69$). В остальных ПК эта связь недостоверна. Более тесная связь существует между природно-очаговой заболеваемостью и теми условиями, что напрямую формируют экологические проблемы (табл. 4,6). Так, основное влияние на распространение очагов вирусных болезней (ИКЭ и ИКБ), оказывает состояние лесной растительности ($r_s = 0,81-0,97$, $p < 0,05$), а паразитарных (дифиллоботриоз, описторхоз, лямблиоз) – водных объектов ($r_s = 0,90-0,95$, $p < 0,05$).

Общая заболеваемость среди взрослого и детского населения Пермского края, по данным официальной медицинской статистики, постоянно растет. Так, за период с 1990г. по 2018 г., она выросла почти в 1,5-2 раза. Наблюдается рост как уровня общей заболеваемости практически по всем группам болезней, так и по всем возрастным группам – взрослого, детского в возрасте до 14 лет, подростков, детей первого года жизни. Напряженное состояние по общей заболеваемости взрослого населения зафиксировано на 19,2% АТЕ края, детского населения – на 29,8%, подростков – на 21,3%. У детей первого года жизни напряженное состояние по общей заболеваемости, болезням крови и кроветворных органов, в том числе анемиям, болезням органов дыхания наблюдается на 34-38% территорий края, на 19,1% территорий – напряженное и даже кризисное состояние по классу болезней «врожденные anomalies (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения».

Известно, что на заболеваемость населения влияют как экологические условия, так и социальные. Оценка социальных условий жизни

населения по таким показателям, как обеспеченность жилого фонда, уровень заработной платы, обеспеченность врачами и средним медперсоналом, плотности населения показала, что благоприятного состояния социальных условий жизни в крае не зафиксировано. Для почти половины АТЕ (48,9%) социальные условия – напряженные и даже кризисные (г. Кудымкар), удовлетворительные – в 40,4% и допустимые – 10,6% территорий.

Для выявления вклада экологических и социальных факторов в формировании здоровья населения проведен корреляционный анализ между интегральными показателями экологического состояния, социальных условий и общей заболеваемости населения различных возрастных групп. Корреляционный анализ выявил тесную связь между ИЭБ и показателями общей заболеваемости у взрослого и детского населения в целом ($r_s = 0,72 - 0,79$, $p = 0,95$) и умеренную ($r_s = 0,63 - 0,67$, $p = 0,95$) – детей первого года жизни, а также тесную связь с социальными условиями ($r_s = 0,86 - 0,889$, $p = 0,95$) во всех возрастных группах.

Таким образом, в Пермском крае на формировании здоровья населения влияют как экологические факторы, так и социальные условия. В формировании заболеваемости взрослого населения они принимают участие практически в равной степени, а в формировании заболеваемости детей первого года жизни определяющую роль все-таки играют социальные условия.

Пермский край является одним из развитых промышленных регионов страны, имеет высокий экономический потенциал, что определяет наличие здесь значительных техногенных нагрузок. Для предотвращения и сокращения их негативного воздействия на окружающую среду необходимо развивать и совершенствовать экологическую политику, частью которой являются рассчитанные ИЭБ и частные индексы, что нашло отражение в предложенной структурной схеме (рис.5.2.), включающей 4 основных блока – инвентаризации, анализа, прогноза и принятия решений. На основе схемы и результатов расчета ИЭБ проведен подробный сравнительный анализ экологических и социальных проблем, которые существуют в системно-организованных территориальных комплексах – единицах административного деления. Он показывает, на какие аспекты природоохранной и социально-значимой деятельности следует обратить первоочередное внимание при разработке экологической политики региона. Например, ЭС г. Перми оценивается как напряженное – для этого региона характерна высокая степень техногенной нагрузки и невысокие показатели обеспеченности водными ресурсами и лесистости. Так, с 2015 по 2019 год в городах Пермского

края было зафиксировано более 1800 превышений концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, 1021 случаев пришлось на Пермь. Основная причина – постоянно увеличивающиеся выбросы автотранспорта. Объемы сбросов загрязненных сточных вод в водные объекты г. Перми за период с 2009 по 2018 годы изменялись в пределах от 31,47млн. м³ до 160,73млн.м³. Влияние техногенных нагрузок на почвы и лесную растительность несколько меньше, состояние их оценивается как напряженное. Следовательно, первоочередные природоохранные мероприятия в г. Перми должны быть направлены на охрану водных ресурсов и атмосферного воздуха, на втором месте – мероприятия по охране почв и лесной растительности. С выделенными экологическими проблемами в природных средах города напрямую связана общая заболеваемость населения. Так, состояние общей заболеваемости детей до года в г. Пермь оценивается, как напряженное, а взрослого – как удовлетворительное.

Таким образом, предложенный интегральный индекс экологического благополучия позволяет: дать объективную характеристику экологического состояния разных территориальных единиц (природных комплексов, административно-территориальных единиц) и социальных условий; выявить связь ИЭБ с распространенностью природно-очаговой заболеваемости и здоровьем разных возрастных групп населения; определить перечень первоочередных направлений природоохранных и социально значимых мероприятий, которые необходимо учесть при разработке экологической политики края.

ЧАСТЬ 2. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КИРОВСКОГО РАЙОНА Г. ПЕРМИ, СВЯЗЬ С ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Города, как среда обитания людей с их инженерно-хозяйственной деятельностью, представляют собой своеобразные природно-технические сочетания, природно-техногенные ландшафты или природно-техногенные геосистемы. В связи с этим постановка исследований в области охраны природных ландшафтов прежде всего актуальна для городских территорий, где вследствие значительной и плотной заселенности, промышленности, транспорта и коммунального хозяйства загрязнение окружающей среды, в частности атмосферного воздуха и природных вод, особенно интенсивно. Одна из важных сторон техногенного воздействия связана с вовлечением в сферу города огромных масс химических элементов с твердыми промышленными и бытовыми отходами, пылевыми выбросами, промышленными и коммунальными стоками и пр. (Двинских с соавт., 2016). В связи с этим все большую значимость, актуальность и определенность приобретает экологическая направленность исследований, выражающаяся в изучении окружающей среды не только как объекта деятельности человека, но и объекта, существенно и необратимо изменяющегося в результате этой деятельности.

Основным вопросом при изучении урбанизации территорий является всесторонняя оценка воздействия инженерно-хозяйственной деятельности человека на природную геосистему, характер и масштабы этого воздействия, его последствия. В качестве методологического подхода использован ранее описанный системный подход (часть 1, глава 1). Его реализация осуществляется по схеме: хозяйственная деятельность виды техногенного воздействия на окружающую среду изменение окружающей среды, вызванное различными видами техногенного воздействия последствия вызванных изменений окружающей среды (характер и масштаб их влияния на жизнедеятельность человека).

В этой части работы приводятся результаты наших исследований одного из районов наиболее загрязненных городов Пермского края г. Перми – Кировского. Кировский район – один из крупнейших районов города: его площадь равна – 157,0км² или 19,6% от общей территории города, население составляет 120-130тыс. человек или 12,5% населения

Перми. Выбор района определяется и тем, что он находится полностью на одном берегу р. Камы (рис.1), где и расположены все его основные промышленные предприятия.

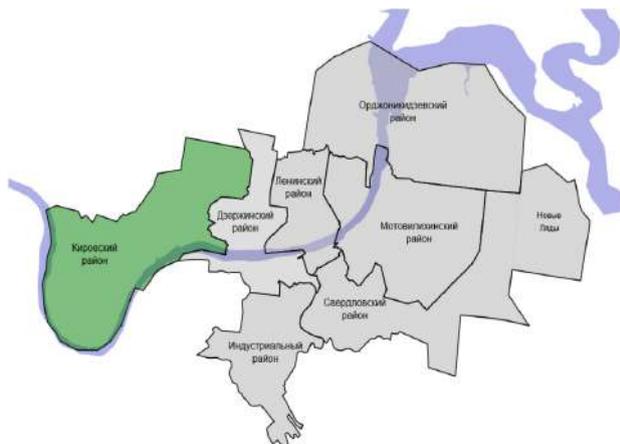


Рисунок 1 – Административное деление г. Перми

Кроме этого, он отделен от других районов города Дзержинским районом, индекс атмосферного загрязнения которого близок к допустимому (рис.2), т.е. относительно «изолирован» от выбросов загрязняющих веществ с других территорий.



Рисунок 2 – Индекс загрязнения атмосферного воздуха районов г. Перми

Предлагаемые материалы не охватывают весь комплекс природоохранных проблем района. Основное внимание уделено первому этапу природоохранных исследований – констатации существующего состояния основных природных объектов и здоровья населения.

В результате многолетнего изучения различных природных факторов, их изменения во времени, динамики заболеваемости и т.д. удалось определить только современное состояние окружающей среды, оценить её качество и влияние на здоровье населения. При этом использовались современные методики исследований с привлечением новейшего оборудования. Были разработаны специальные методы определения поверхностно-активных веществ с помощью тонкослойной хроматографии, методы определения физиологического состояния растительных тканей с помощью электронного парамагнитного резонанса (Малеев с соавт., 1993.)

В сочетании с традиционными методами определения некоторых химических элементов, в том числе тяжелых металлов, новые разработки позволили впервые в городе Перми достоверно выявить распределение по территории района основных загрязняющих веществ, в том числе и таких как бенз(а)пирен, ртуть, галогены и пр., а также основные тенденции изменения почвенного и растительного покрова. Выявлены связи между состоянием здоровья детского населения и содержанием в воздухе тех или иных веществ.

Практически невозможно определить степень воздействия выбросов отдельных предприятий на растения, почвы и человека. Так, всем памятен факт гибели сосновых лесов в районе завода СМС после его пуска. Прямая связь между этими событиями ни у кого не вызывала сомнений, Однако при более детальном рассмотрении оказалось, что токсичное воздействие оказывают только очень высокие концентрации порошка, практически не встречающиеся даже в санитарно-защитной зоне. Многочисленные опыты с простейшими организмами, проростками растений, семенами, сеянцами сосны и ели и т.д. продемонстрировали стимулирующее действие наблюдаемых концентраций. А изучение почвенных микробиоценозов показало, во-первых, быстрое разложение ими поверхностно-активных веществ, а во-вторых, абсолютное увеличение доступных для растений форм одного из основных биогенных элементов, фосфора, поступающего из порошка. Кстати, этот факт фиксируется и результатами почвенного обследования, а также состоянием растительного покрова, в котором увеличивается доля растений, обычно связанных с богатыми почвами (Малеев с соавт., 1993.)

Стремительное развитие урбанизации, обусловленное ростом числа городов, крупных промышленных поселков, ведет к образованию агропромышленных зон. Высокая концентрация населения на сравнительно небольшой площади и многосторонняя хозяйственно-бытовая деятельность определили в городах гигантское по своим масштабам техногенное воздействие на окружающую среду. В результате происходит существенное преобразование первичного природного (биогенного) ландшафта со сложной системой взаимоотношений природных и техногенных компонентов окружающей среды

Глава 1. Характеристика объекта исследований

Экологическая ситуация рассматриваемого района формируется на фоне естественных природных условий, которые, перерабатывая поступающую от внешних воздействий информацию, видоизменяются. При этом меняется не только структура, но и функционирование отдельных территориальных частей ландшафтов, воспринимающих техногенную нагрузку. Одним из основных показателей изменяющейся экологической обстановки может служить состояние растительности, а точнее – изменение прироста и санитарное состояние лесного покрова. Факторы, формирующие структуру и развитие леса – климат, рельеф, поверхностные и подземные воды, почвы.

1.1. Природные условия

Климат. Пермский край расположен в центре материка Евразия, что предопределило резко континентальный характер климата, выражающийся в больших колебаниях температуры воздуха как внутри года, так и в течение суток. На резкие температурные изменения и условия выпадения атмосферных осадков большое влияние оказывает атмосферная циркуляция, вызывающая вторжение холодных арктических масс воздуха в теплое время года и вторжение теплых воздушных потоков с Атлантического океана в зимнее время. Большое влияние на климат оказывают и Уральские горы, Камское и Воткинское водохранилища. Так, Уральские горы являются барьером на пути западных ветров, несущих влагу с Атлантики, и восточных, доставляющих холодные массы воздуха с Сибири. Камское и Воткинское водохранилища, в свою очередь, создают морской климат.

Преобладающими ветрами являются юго-западные, южные и западные. Наиболее сильные ветры отмечаются в конце зимы и в начале весны, т.е. в период активизации циклонов. На рис. 1.1 и 1.2 представлено изменение среднемесячной температуры и суммы осадков в течение года.

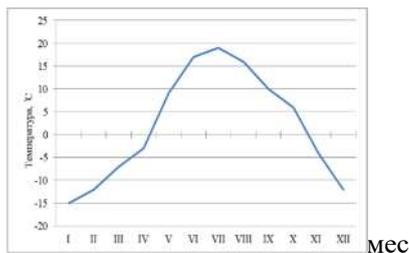


Рисунок 1.1 – Динамика среднемесячных температур воздуха (°C) по результатам многолетних наблюдений

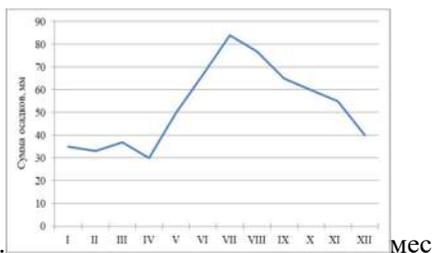


Рисунок 1.2 – Динамика среднемесячной суммы осадков (мм) по результатам многолетних наблюдений

Среднегодовую температуру воздуха составляет 1,3°C, максимальная + 37°C, минимальная – -45°C. Ежегодно на территории района выпадает около 600мм осадков, среднегодовое их количество изменяется от 416 до 842мм. Средняя многолетняя величина испарения равна 275мм, т. е. порядка 50% от величины атмосферных осадков. Территория относится к зоне избыточного увлажнения. Относительная влажность изменяется в пределах 65-85%. Устойчивый снежный покров появляется в октябре-ноябре и сохраняется в среднем 181 день. Глубина снежного покрова в марте иногда достигает 140см составляя в среднем 55см.

Гидрографическая сеть. Основной водной артерией района является река Кама, занимающая девятое место в нашей стране по размерам водосбора и среднегодовому расходу воды. Максимальный естественный расход ее у г. Перми (6750м³/с) наблюдается в мае, минимальный (342к³/с) – в марте. Среднегодовой расход составляет 1650м³/с. На правобережье р. Камы в Кировском районе протекают реки Гайва, Большая и Малая Ласьва, которые раньше являлись местами отдыха не только жителей Кировского района, но и большинства пермяков.

Геологическое строение и подземные воды. Среди основных режимобразующих факторов подземных вод, наряду с климатом и рельефом, необходимо выделить геологическое строение района. Этот фактор проявляется как в условиях естественного, так и нарушенного состояния природной среды.

Рельеф рассматриваемой территории имеет речное происхождение. Рельефообразующими элементами являются долина р. Камы, ее притоки и овраги. Территория города является частью Камской долины, выполненной разновозрастными четвертичными отложениями, подстилаемыми осадочными породами уфимского яруса верхней перми. Отло-

жения уфимского яруса широко развиты и повсеместно выходят на поверхность в долинах р. Камы и ее притоков. Ярус подразделяется на два горизонта: соликамский и шешминский. Для пород соликамского горизонта характерен в основном карбонатный состав, шешминские породы представлены в основном песчаниками, алевролитами, аргиллитами.

В пойме откладываются, во-первых, русловые галечно-гравийные отложения, реже пески, с песчаным, иногда глинистым заполнителем; во-вторых, собственно пойменные отложения – различные суглинки, реже глины. Мощность русловых отложений 0,5-8,8м, пойменных – 2,4-12м. Отложенный комплекс поймы почти повсеместно перекрыт антропогенными отложениями мощностью 0,5-4,8м. Отложения поймы обычно примыкают к отложениям надпойменной террасы. Общая мощность 9-16м.

В разрезе первой надпойменной террасы русловые наносы представлены галечно-гравийными отложениями с суглинистым, песчаным, иногда глинистым наполнителем мощностью до 4,8м, пойменные – различными суглинками с прослоями глин такой же мощности. Очень редко встречаются старичные отложения, представленные маломощными прослоями торфа или заторфованного суглинка. На пойменные отложения повсеместно накладываются антропогенные. Общая мощность 5-10,8м.

Речные отложения, слагающие вторую надпойменную террасу р. Камы, представлены переслаиванием песков, суглинков, глин. В основании залегают хорошо проницаемые песчано-гравийно-галечниковые отложения мощностью 12-15м. Цоколем террасы являются коренные породы шешминского горизонта. Верхний горизонт шешминских отложений характеризуется преобладанием в разрезе глинистых пород коричневато-красной и красновато-коричневой окраски и зеленовато-серых песчаников. Выходы этих пород просматриваются на значительном расстоянии (иногда более сотни метров) в основании террасы. В местах выхода они выветренные и трещиноватые, но в целом обладают низкими водопроницаемыми свойствами и по существу являются водоупором для песчаного водоносного горизонта. Нередко в местах выхода родников они появляются на поверхности, прослеживаясь узкими полосами перпендикулярно долине реки, почти до уреза р. Камы, препятствуя инфильтрации родниковых вод в пойменные отложения.

Все отложения низких террас обводнены. Коэффициенты фильтрации для мелких песков изменяются от 0,1 до 9,8 метров в сутки, для средних – от 3 до 18,5 метров в сутки. Для песчано-гравийно-галечниковых отложений значения коэффициентов фильтрации следующие: в

Нижней Курье – 21-55 метров в сутки, в районе завода имени Кирова – 46,5-35,3 метров в сутки.

Таким образом, в рассматриваемом районе существуют благоприятные условия для накопления значительных запасов подземных вод. Грунтовые потоки, за небольшим исключением, имеют свободную поверхность. Направление движения грунтовых вод – к р. Каме. Гидравлический уклон – от 0,0014 до 0,05.

Подземные воды аллювиальных отложений гидравлически связаны с р. Камой. Ширина зоны влияния режима водохранилища на колебания уровня грунтовых вод в зависимости от литологического состава прибрежной полосы и степени наполнения водохранилища изменяется в пределах 110 – 350м. Влияние реки заканчивается в основном на пойме и первой надпойменной террасе. На участках второй надпойменной террасы, выходящей к пляжу (Нижняя Курья, Закамск), горизонт грунтовых вод в прибрежной полосе также попадает в зону непосредственного влияния реки. Выходы грунтовых вод в основании четвертичных отложений в основном уходят под урез паводковых уровней.

Дебиты родников изменяются в широком диапазоне – от сотых долей до 10литров/сек (пластовые выходы значительной протяженности). Ширина отдельных выходов достигает более 100м. Этот горизонт, как наиболее перспективный, используется многочисленными водозаборами в основном для технического водоснабжения отдельных промышленных предприятий. Многочисленные родники широко используются местным населением для питьевых целей.

Почвы. Материнские почвообразующие породы легкого механического состава, волнистый рельеф, высокий уровень грунтовых вод в связи с подпором р. Камы и ее притоками определяют зависимость почвообразовательных процессов от степени обводненности верхних почвенных горизонтов. На повышенных участках (абс. отм. 95-100м) грунтовые воды залегают глубоко и не оказывают влияния на почвенный покров, здесь формируются автоморфные почвы. При отметках ниже 90м грунтовые воды располагаются в пределах первого метра почвенного профиля, а иногда выходят на поверхность, что приводит к переувлажнению и заболачиванию. Последнее усиливается за счет неправильного дорожного строительства и интенсивного сброса промышленных вод. Способствует заболачиванию и состояние гидромелиоративной сети, нуждающейся в ремонте. Следствием этого является широкое распространение здесь полугидроморфных и гидроморфных (болотных) почв. Территория района характеризуется однообразием почвообразующих

пород, среди которых преобладают древние речные наносы, представленные песками, реже суглинками и торфом.

Речные и песчаные наносы содержат очень мало основных биогенных элементов, хорошо растворимых в воде и уже вымытых речными водами. Поэтому почвообразовательный процесс на этих субстратах несколько отличается от зонального подзолообразования слабой выраженностью вымывного подзолистого горизонта. Протекающие процессы могут быть сведены к следующей схеме. Образованное растениями органическое вещество частично поступает на поверхность почвы, где достаточно медленно под действием многочисленных обитателей почв начинает, во-первых, разлагаться с выделением углекислого газа и воды, а во-вторых, преобразовываться в комплекс достаточно устойчивых фульво- и гуминовых органических кислот. Образовавшиеся водорастворимые кислоты и мелкие частицы органического вещества начинают двигаться вместе с токами воды вниз по почвенному профилю. При этом почвенные минералы, во-первых, выполняют роль механического фильтра, а во-вторых, вступают в химическое взаимодействие с органическими кислотами. Кислая среда вызывает разрушение минералов и вынос обретающих подвижность щелочноземельных и амфотерных элементов, главным образом железа, алюминия, кальция и магния. В итоге образуется так называемый «вымывной» или подзолистый горизонт, отличающийся повышенным содержанием аморфного кремнезема, сохраняющего неподвижность, в кислой среде. По мере нейтрализации кислот при продвижении вниз по почвенному профилю из растворов начинают осаждаться растворенные вещества с образованием вторичных минералов. Формируется вымывной горизонт, являющийся геохимическим барьером для вымытых элементов, а также и для многих тяжелых металлов. В целом профиль почв выглядит достаточно просто. На поверхности лежит разлагающееся органическое вещество – подстилка, также являющаяся геохимическим барьером, поскольку многие загрязняющие вещества образуют с органикой стойкие химические соединения; не следует также забывать, что именно развитая поверхность растений осаждает многие вещества, связанные с ней чисто физически. Мощность подстилки зависит от количества растительного опада и от скорости его разложения и определяется принадлежностью почвы к той или иной разновидности. Под подстилкой расположен гумусовый горизонт, представляющий органо-минеральное образование, состоящее из выщелоченных минералов – кремнезема и от 3 до 16% гумуса. Органическое вещество определяет темно-серый цвет и, как правило, мелкокомкова-

тую структуру этого горизонта. Мощность гумусового горизонта колеблется от 3-5см у скрыто-подзолистых до 10-15см у дерновых почв. Ниже гумусового горизонта лежит чаще всего вымывной. Отсутствие ярко выраженного подзолистого, вымывного белесого горизонта с преобладанием кремнезема связано с первоначальной бедностью песчаной почвообразующей породы уже железом, алюминием, кальцием и магнием. Процессы вымывания камуфлируются в этом случае накоплением гумуса и связанного с ним комплекса некоторого количества биогенных элементов. Различная мощность горизонтов определяет систематическую принадлежность почвы. На почвенной карте (рис. 1.3 и 1.4) представлено распределение по территории района почв различных типов.

Почвы полугидроморфного ряда отличаются от автоморфных гидрологическим режимом. Близкое залегание грунтовых вод определяет на небольшой глубине (40-80см) развитие анаэробных процессов, приводящих к восстановлению окисных форм железа до закисных, т.е. превращение трехвалентного железа в двухвалентное, обладающее рядом специфических свойств. Прежде всего изменяются цвет и водопропускная способность, а также доступность элементов питания для корней растений в связи с их неспособностью существовать в анаэробных условиях и токсичностью закисных солей. Формируется в зависимости от степени выраженности процесса глеевый или глееватый горизонт на глубине продолжительного стояния грунтовых вод. Верхние почвенные горизонты формируются практически по описанному выше у автоморфных почв пути.

Гидроморфный ряд почв формируется при постоянном избыточном увлажнении всей почвенной толщи. При этом происходит накопление органического вещества на поверхности с образованием торфяной залежи разной мощности. Растительный опад, разлагающийся у автоморфных почв, в анаэробных условиях избыточного увлажнения преобразуется в торф. В зависимости от мощности торфяной залежи выделяют торфянистые (10-20см) и торфяные почвы (более 20см). Под торфяной залежью находится как и у полугидроморфных почв глеевый горизонт. Полугидроморфные и гидроморфные почвы являются прекрасными накопителями загрязняющих веществ, связывающихся органикой и нижерасположенными геохимическими барьерами.

Растительность. Территория Закамска лежит в пределах Прикамского террасного лесорастительного района. При исключительной однородности почвообразующих пород легкого механического состава основной фон растительности составляют сосновые леса. Именно в условиях бедных песчаных почв сосна в силу своей широкой экологической амплитуды вытесняет другие древесные породы, не способные существовать в этих специфических условиях. Сосна же, являясь по сути пионерной породой, способной произрастать на крайне бедных почвах, образует здесь практически чистые насаждения, характеризующиеся высокой продуктивностью, достигающей 3-5 тонн органического вещества в год на гектаре. Образовавшаяся органика накапливается в стволовой древесине, запасы которой могут достигать в столетнем возрасте 500 кубометров на гектаре. В силу специфических биологических особенностей, и прежде всего светолюбия, сосна образует практически одновозрастные насаждения. Восстановление распавшихся в силу каких-либо причин сосняков обычно идет за счет семян, принесенных после гибели леса, и часто сопровождается сменой пород. На месте сосняков может образоваться березовое или осиновое насаждение. Время жизни вторичного мелколиственного леса ограничено 60-80 годами.

В зависимости от мозаики почвенно-климатических условий продуктивность конкретных древостоев различна. Различен и видовой состав растений – спутников сосны. Вместе с животным населением в каждом конкретном местообитании сосновый древостой образует неповторимый и единственный в своем роде биогеоценоз. Совокупность отдельных биогеоценозов – участков леса, объединенных общностью лесорастительных условий, сходным составом древесных пород, их производительностью, сходством растительности нижних ярусов, временной динамикой и сходством мероприятий, необходимых для поддержания нужного уровня продуктивности, принято называть типом леса. В

пределах одного типа леса биогеоценозы обладают и единой устойчивостью к антропогенным воздействиям. Лесотипологическая принадлежность конкретного участка леса в настоящее время определяется совокупностью всех природных факторов и напрямую связана с почвенным покровом. Каждому типу леса соответствует свой тип почвы, поэтому представленная почвенная карта является и картой растительности, существовавшей здесь до мощных антропогенных воздействий. Современное состояние в какой-то степени отражено на схеме распределения преобладающих пород, показанной на рис.1.5.

С автоморфными почвами связаны следующие типы леса – сосняк лишайниковый, сосняк бруснично-зеленомошный, сосняк зеленомошник, ельник снытевый.

Наиболее распространенным типом леса в пределах Кировского района является сосняк зеленомошник, встречающийся более чем на половине площадей. Древостой обычно образован сосной, имеющей средний уровень продуктивности. В большинстве случаев запас стволовой древесины составляет 200-300 кубометров на гектаре. Хорошо развит подлесок из рябины, калины, шиповника, ракитника. Травяно-моховой покров в зависимости от освещенности имеет либо преимущественно развитие мхов, либо травянистых растений – брусники, черники, линией северной, седмичника европейского, вейника тростниковидного, костяники, малины, хвощей, герани луговой и т.д. В составе травяно-мохового яруса встречаются слабоустойчивые к антропогенным воздействиям виды – любкадвулистная, плауны, грушанки и др., резко снижающие долю своего участия в сложении травяного покрова при увеличении посещаемости лесов, воздействии кислых газов и пр. При кратковременной замене сосны на мелколиственные породы происходит увеличение доли участия крупных травянистых растений – вейника, герани, малины за счет зеленых мхов.

Основным постоянно меняющимся фактором, ограничивающим рост растений на характерных для данного типа леса дерново-скрыто-подзолистых почвах, является количество поступающей атмосферной влаги. Длительное отсутствие осадков при водном режиме провального типа приводит к иссушению верхних корнеобитаемых почвенных горизонтов с соответствующим угнетением всех физиологических процессов у растений.

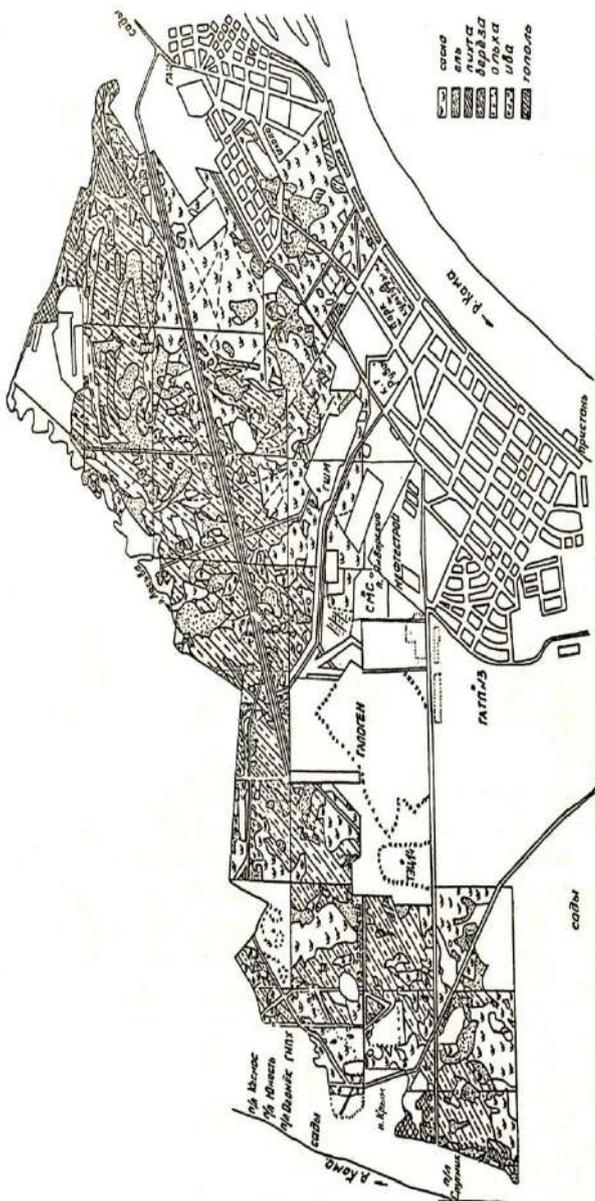


Рисунок 1.5 – Породный состав леса

Подтверждением этой связи является, во-первых, периодически наблюдаемое усыхание деревьев, а во-вторых, изменение темпов годового роста, хорошо фиксируемого толщиной откладываемой ежегодно древесины. Основные циклические составляющие радиального прироста обусловлены, главным образом, многолетней динамикой атмосферных осадков. Основные циклы имеют период в 11, 19-20 и 33 года и объясняются изменением глобальной циркуляции атмосферы под действием изменения солнечной активности. Конечно, на жизнедеятельность конкретного растения оказывают влияние и другие ограничивающие рост факторы, кроме того, имеются и возрастные изменения темпов прироста, поэтому рассматриваемая закономерность имеет только достаточно общий характер, хорошо видимый только на большой совокупности деревьев. Вполне очевидно, что при естественно низком уровне прироста – ухудшении жизнедеятельности растения, негативные последствия выбросов и других антропогенных нагрузок будут приводить к худшим последствиям, как, например, в середине 80 годов, которые памятли резким покраснением хвои сосны и последующей гибелью около 70 га леса.

С полугидроморфными и гидроморфными почвами связаны коренные еловые леса, представленные следующими типами ельник чернично-долгомошный, ельник болотно-разнотравный. В некоторых случаях встречается сосняк чернично-сфагновый и очень небольшие площади настоящих верховых болот с сосняком пушицево-сфагновым. Все эти типы леса отличаются, как правило, большим богатством напочвенного покрова и подлеска. Ольха серая, ивы, рябина, черемуха, смородина, жимолость, образуют довольно густой подлесок. Среди трав преобладают: лабазник, борец высокий, крупные папоротники, кислица, майник, черника, очень часто зеленые и сфагновые мхи образуют мощный ковер. При гибели основной породы – ели или сосны на вырубках, пожарищах развивается вторичный мелколиственный древостой из березы, осины, ольхи, ив. Рассматриваемые леса обладают большей устойчивостью к антропогенным нагрузкам. Во-первых, они менее привлекательны для населения и поэтому меньше страдают от посещения населением. Во-вторых, большее разнообразие и продуктивность делают их более устойчивыми и к выбросам. Самым уязвимым в данном случае является гидрологический режим. Естественный избыток влаги определяет поверхностное расположение корневых систем, полностью гибнущих даже при незначительном повышении уровня грунтовых вод.

1.2. Техногенные факторы, участвующие в формировании экологической обстановки Кировского района

Охрана природы – это плановая, научно обоснованная система государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на охрану, рациональное использование, воспроизводство природных ресурсов и улучшение окружающей среды в интересах нынешнего и будущего поколений; это социально-экономическая проблема. Как бы государство не организовало работу в области охраны природы, оно не в состоянии обеспечить сохранение природных ресурсов: атмосферного воздуха, воды морей, океанов, рек, животных и птиц, растительности и почв. Это объясняется, взаимосвязью и взаимозависимостью всего живого на земле, процессами миграции загрязняющих веществ из одного компонента природной среды в другой (из воздуха через осадки и оседание в растительные ткани и почвы, из них – в подземные воды и живые организмы и т.д.). При этом миграция и трансформация (перераспределение, накопление, растворение, преобразование в новые соединения) загрязняющих веществ происходит не только между составляющими географической оболочки (атмосферы, гидросферы, биосферы, литосферы), но распространяется и за пределы источника загрязнения или воздействия на природную среду благодаря горизонтальным связям (например, склон – долин – река). Географическая оболочка действует как единое целое, распределяя попавшие в нее загрязнения на расстояния, определяемые объемом поступающих веществ и их свойствами. Жестких границ, не позволяющих поступившим веществам распространяться на значительные расстояния, в природе не существует. Поэтому охрана природы требует усилий всех государств планеты.

Однако нельзя забывать, что каждый человек, даже если его деятельность не связана с сельским хозяйством или промышленностью, в какой-то степени влияет на природу, постоянно ею пользуется. Изменения в природе, произошедшие под воздействием человека, относят к техногенным, которые в связи с увеличивающимися потребностями людей и развитием технической вооруженности хозяйства постоянно усиливаются.

Чистые воздух и вода, многообразный растительный и животный мир – это условия, необходимые для физического и психического здоровья людей. Во «Всемирной стратегии охраны природы» принятой 14-ой Генеральной ассамблеей Международного союза охраны природы"

сказано: «Каждая нация и каждый район мира должны публично на самом высоком уровне заявить о принятии обязательств по охране природы, которые должны включать в себя гарантии по развитию национальной или региональной стратегии по охране природы и программы ее выполнения».

Естественно, мы не можем полностью прекратить использование природных ресурсов, которые обеспечивают условия и саму возможность жизни человека, но и человек, вооруженный современной техникой, не должен в корне изменять созданные природой тропо-, гидро- и литосферу. Его задача – сохранить установившееся равновесие в природе, что позволит сохранить и биосферу в таком состоянии, в котором человек может существовать как вид, сохраняя свое здоровье и работоспособность. Общество должно заботиться о сохранении газового состава атмосферного воздуха в пропорциях, приемлемых для нормального жизнеобеспечения, качестве питьевой воды, близком к естественному и т.д.

1.2.1. Источники загрязнения атмосферного воздуха и пространственное распределение антропогенной нагрузки на атмосферный воздух по территории района

Атмосферный воздух необходим для жизни человека, животных и растений. Он содержит 20,93%кислорода, 78,08% азота, 0,03% углекислого газа, а также аргон, гелий и другие газы. Выдыхаемый воздух содержит 16,3%кислорода, 78% азота, около 4%или несколько больше углекислого газа. В спокойном состоянии человек пропускает через легкие 10-11 тысяч л воздуха в сутки. При физических нагрузках и сильной солнечной радиации и высокой температуре воздуха потребность в кислороде может возрасти в 3-5 раз. Вместе с необходимыми химическими элементами в организм человека поступают и находящиеся в воздухе вещества, поставщиками которых являются промышленные выбросы и коммунально-бытовые отбросы, продукты сгорания от автотранспорта и пр. Так, по данным «Глобального углеродного атласа» (Global Carbon Atlas), суммарный годовой объем эмиссии углекислого газа на Земле составил 36573 миллионов тонн CO₂ (2021г). Мировым лидером по загрязнению атмосферы углекислым газом является Китай – 27,6% (10065млн.тонн CO₂) от общемировой эмиссии CO₂. На долю США приходится – 14,8% (5416млн.тонн), Индии – 7,3% (2654млн.тонн), России – 4,7% (1711млн.тонн), Японии – 3,2% (1162млн.тонн).

Валовый выброс предприятий Кировского района составляет 8,24% от выброса по городу, их токсичность (вредность) – 12,3%. Район занимает в городе четвертое место по степени загрязнения атмосферы, а по выбросам веществ второго класса опасности – пятое (доля этих веществ в выбросах составляет около 20% (19,3% на ТЭЦ-14), а по концентрациям некоторых веществ – первое (валовый выброс фтористого водорода – 98,7%, синтетических моющих средств – 100%).

Источниками поступления загрязнений являются 12 крупных промышленных предприятий: УПО «Галоген» (ОАО Галоген»), ПЗСМС (ОАО «Пермский завод моющих средств»), ПО «Сорбент» (АО «Сорбент»), ГШМ (ООО «ПО ГШМ»), ТЭЦ-14, ЗЗСК (ЗАО «ЗЗСК»), ЖБК-3 (ОАО «Завод ЖБК-3»), ГИПХ (ООО «ГИПХ-электрохимия»), ПЗС «Кама» (ОАО «Судостроительный завод «Кама»), НПО им. Кирова (ФКП «Пермский Пороховой Завод»), мебельная фабрика (ООО «Мебельный сезон») (в скобках приведено название предприятий после 2009г.).

В районе действуют три автотранспортных предприятия, дающие до 25% валового выброса вредных веществ промышленностью. По территории района проходит несколько крупных автомагистралей, по которым ежедневно движется большое количество транспорта, внося свой вклад в загрязнение воздуха свинцом, бенз(а)пиреном, окисью углерода и другими соединениями.

Большие объемы загрязняющих веществ, поступающих в пределы изучаемого района, не могут не сказаться на формировании экологической ситуации. Ее ухудшение усугубляют довольно бедные почвы, напряженный гидрологический режим и расположение предприятий на склоне водораздела, в то время как жилой комплекс расположен на террасах и при ветрах восточной и северной составляющих испытывает значительную химическую нагрузку на воздух. При западном и южном направлениях ветра основную нагрузку от загрязнений принимает на себя зеленая зона, но так как общий уклон местности направлен в сторону р. Камы, то часть микроэлементов, накопленных в почвах, мигрирует в сторону жилого комплекса, чему способствует планировка улиц, связывающих свободными коридорами зеленую зону с р. Камой.

Значительную роль в распределении загрязнений по территории района играет метеорологический режим, формируя вместе с подстилающей поверхностью ареал загрязнений.

Неблагоприятные направления ветра в районе отдельных объектов могут выделяться в связи с различным эффектом наложения выбросов от других источников. При некоторых направлениях ветра добавочные концентрации, создаваемые выбросами ряда предприятий, расположенных в городе, являются максимальными.

Так на территории района «вдуваются» выбросы ООО «Лукойл-ПНОС», регистрируемые по превышению ПДК по сероводороду в 50% случаев, по углеводородам в 33% случаев. Повышенное загрязнение воздуха создается также при переносе примесей со стороны предприятия на район плотной застройки. В этом случае увеличивается поступление выбросов сверху к земной поверхности в связи с усилением обмена и образованием в районе застройки слоя с очень слабым ветром.

Неблагоприятные условия в изучаемом районе во времени очень непостоянны. В отдельные годы они наблюдались в марте – августе или в феврале, июне и декабре. Следовательно, говорить о какой-то закономерности в определении наиболее благоприятных условий для накопления загрязняющих веществ не приходится. В связи с этим, оценку загрязнения района мы даём не по сезонам, а в целом для года, используя средние многолетние данные по ветровому режиму.

На изменение концентрации примеси влияют и условия температурной стратификации воздушных масс. Так, инверсии, образующиеся на некоторой высоте от поверхности земли (приподнятые), являются слоями, задерживающими воздухообмен (проникновение выбросов в верхние слои атмосферы). В этом случае увеличение максимальной концентрации примесей у земли составляет примерно 50-70%. С увеличением расстояния от источника выбросов влияние задерживающего слоя возрастает. Если же слой инверсии температуры расположен ниже уровня выбросов, то создается препятствие для переноса примесей к земле. Но так как существуют и низкие источники выбросов, то в случае наличия и приземных, и приподнятых инверсий создаются условия для накопления в приземном слое воздуха примесей.

В зависимости от высоты источников одни и те же метеорологические факторы могут оказывать разное воздействие на распространение концентраций. В случае высоких источников наибольшие концентрации достигаются при условиях, характеризующихся интенсивным турбулентным переносом их сверху вниз. Те же условия, очевидно, должны способствовать переносу примесей вверх от низких источников и очищению приземного слоя. Таким образом, значительное загрязнение воздуха выбросами от низких источников (автотранспорта) в городе могут возникать при устойчивой стратификации и слабых скоростях

ветра. В случае малой высоты слоя перемешивания или при наличии приземной инверсии, примеси сосредотачиваются у земли, что создает опасные условия загрязнения.

Оценка опасных метеоусловий требует учёта характера подстилающей поверхности: в пониженных формах рельефа часто застаивается воздух, что приводит к увеличению опасности загрязнения, здесь в 1,5-2 раза более высокие концентрации, чем на ровном месте. В таком неблагоприятном положении находится жилой массив изучаемого района, где промышленные предприятия (ОАО «ГАЛОГЕН», ОАО «Пермский завод моющих средств», ООО «ПО ГШМ, АО «Сорбент» и др.) сооружены на возвышенных местах, а жилой массив на некотором понижении рельефа, направленном в сторону р. Камы.

Следовательно, обобщение данных о поступлении ЗВ в атмосферу (использование суммы загрязнений, поступающих от всех предприятий, расположенных в районе) не дает объективной картины загрязнения, необходимо учитывать особенности их распределения по территории. Иначе говоря, необходим расчет рассеивания загрязняющих веществ, учитывающий объемы их выбросов, параметры источников (в качестве расчетного нами принят совокупный источник, высота которого равна средней из всех имевшихся на территории предприятий) и особенности циркуляции атмосферы.

Пространственную картину распределения загрязнений по территории района дают карты полей загрязнения. Поля дают возможность проследить за изменением концентраций загрязняющего компонента в пределах исследуемого участка.

Для расчета полей рассеивания примесей использовалась программа «Эколог» и «Гарант». Для каждого промышленного предприятия получается несколько полей распространения примесей. Число полей определяется количеством загрязняющих ингредиентов. После этого (методом наложений) разрабатывается интегральная карта «Содержания загрязняющих компонентов в атмосферном воздухе». В качестве опорных пунктов берутся промышленные предприятия, к которым привязываются поля концентрации разных ингредиентов.

В результате расчёта получены поля загрязнений от выбросов ОАО «ГАЛОГЕН» (аммиак, серная кислота, фтористые соединения), ОАО «Пермский Завод моющих средств» (пыль СМС), АО «Сорбент» (угольная пыль), ООО «ГИПХ-электрохимия» (гексахлорбензол, фтор, фтористые соединения), ООО «ПО ГШМ» (пыль, взвешенные вещества, двуокись азота), ЗАО «ЗЗСК» (пыль песка, извести, известняка, окись марганца), ОАО "Судостроительный Завод «Кама» (пыль нетоксичная,

окись углерода, бутиловый спирт, уайт-спирт, сернистый ангидрид, ксилол, окись марганца), ООО «Мебельный Сезон» (формальдегид, древесная пыль), ОАО «Завод ЖБК-3» (керамзит, цемент, взвешенные вещества, окислы марганца, дымовые газы). ТЭЦ-14 имеет высокий источник выброса (более 100м), и результаты расчета показывают вынос вредных веществ за территорию района. Всего получено около 30 полей рассеяния загрязняющих компонентов.

Однако, как известно, на состояние природных компонентов влияют не только концентрации загрязняющих веществ, но и их сочетания, т. е. необходим комплексный анализ распределения загрязнений. Такой анализ можно дать на основе построения карты районирования территории по степени загрязнения и построении карты распределения антропогенных нагрузок.

В основу районирования территории по степени загрязнения нами положены поля рассеяния загрязняющих компонентов в долях ПДК. Всего выделено 15 районов, отличающихся друг от друга как качественным составом, так и величиной концентраций компонентов (рис.1.6). Характеристика районов приведена в таблице I.1.

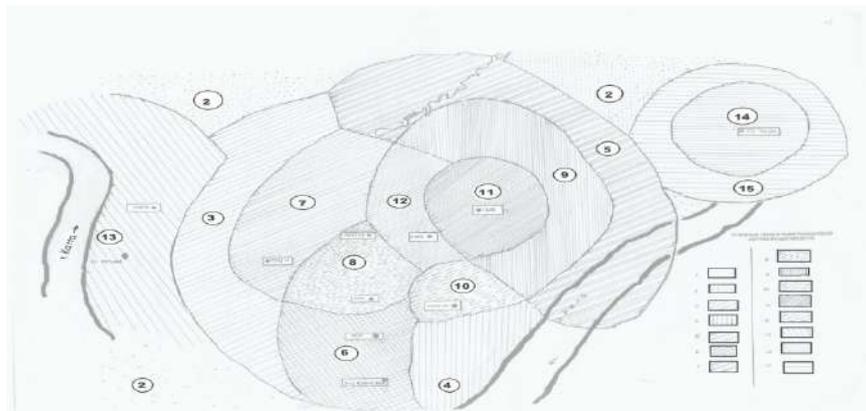


Рисунок 1.6 – Районирование по химическому составу воздуха Кировского района г. Перми

Таблица 1.1

Характеристика районов загрязнения

№	Предприятия	Состав воздуха (в долях ПДК)	Зона действия
1	ПО «Сорбент», ЖБК-3	угольная пыль (1,0), цемент (0,0004-0,0005)	левый берег р. Кама

2	УПО «Галоген», ПО «Сорбент», ПЗС «Кама», ГИПХ, ЖБК-3, мебельная фабрика, НПО им. Кирова, ЗЗСК,	пыль СМС (0,5), цемент (0,004), фтористые соединения (1,0), Мп (0,5), угольная (1,0), пыль нетоксическая (1,0), СО (1,0), бутиловый спирт (0,1), уайт- спирт (0,1), ксилол (0,1), SO ₃ (1,0), гек- сахлорбензол (0,2), формальдегид (0,0001), дымовые газы (0,0001), керамзит (0,0001), древесная пыль (0,0001)	Часть лесного мас- сива, часть комплекса (микрорайон Ниж- няя Курья, реки Кама и Ласьва)
3	ПЗСМС, УПО «Гало- ген»	пыль СМС (0,5-1,0), фтористые соедине- ния (1,0– 7,5), фтор (0,3-0,9), HF (0,3- 1,0), гексахлорбензол (0,2-1,0)	Лесные кварталы 75, 68, 87, 85, 39, 90
4	ПЗСМС, УПО «Гало- ген», ЗЗСК	пыль СМС (0,5-2,0), MnO (0,5-1,0), фто- ристые соединения (1,0-2,0), пыль песка, извести, известняка (0,5), цемента (0,0005-0,0022), окислы марганца (0,0001-0,001), керамзит (0,0001-0,0002), взвешенные вещества (0,0001– 0,0002), дымовые газы (0,0001-0,0007), древесная пыль (0,0001)	Ул.Витебская, Федосеева,Ласьвин- ская Кировоград- ская. Автозаводская, Закамская, Хвойная и др., Лесные кварт. 56, 57, 60, 61, 52,73, 83, р. Кама и часть города на левом бе- регу
5	УПО «Галоген, ПЗСМС, ЗЗСК), ПЗС «Кама», ЖБК-3, мебельная фаб- рика	фтористые соединения (1,0-7,5), пыль СМС (0,5– 4,0), МпО (0,5), пыль неток- сическая(1-3,0), цемент (0,0004- 0,0005),формальдегид (0,0001), окислы марганца (0,0001), древесная пыль (0,0001	Ул.Каховская, мар- шала Ушакова, Вол- годонская, Кирово- градская Санатории «Светлана» «Лесной уголок», лагерь «Орленок», дом от- дыха, парк культуры, реки Кама и Ласьва
6	ЗЗСК, УПО «Галоген, ПЗСМС, ЖБК- 3	пыль песка, извести, известняка (0,5-1,5), MnO (0,5-1,0), фтористые соединения (1,0-7,5), цемент (0,0022), пыль СМС (0,5-4,0), окислы марганца (0,0002- 0,001), дымовые газы (0,0001-0,0007), ке- рамзит (0,0001-0,0002), взвешенные ве- щества (0,0001-0,0013)	Улицы Витебская, Ардатовская, Победы, Ласьвинская, Новор- жевская и территория, занятая ведомствен- ным лесом
7	УПО «Гало- ген», ПЗСМС, ГИПХ	H ₂ SO ₄ (0,2-2,5), NH ₃ (0,05-2,5), фтори- стые соединения (7,5-10,0), пыль СМС (1,0-4,0), F (0,3-0,9), гексахлорбензол (0,2-0,4), HF(0,3-1,0)	Лесные кварталы 59,75,77,70
8	УПО «Гало- ген», ПЗСМС, ЗЗСК, ЖБК-3	H ₂ SO ₄ (0,2-2,5),NH ₃ (0,05-2,3), фтористые соединения (до 10,0), пыль СМС (2,0- 5,0), MnO (0,5-1,0), пыль песка, извести, известняка (0,5-1,5), окислы марганца (0,0002-0,0005), дымовые газы (0,0001), взвешенные вещества (0,0001).	Улицы Ардатовская, Торговая, Новоржев- ская, ведомственный лес

9.	УПО «Галоген», ПЗСМС, ГШМ, ЗЗСК, ЖБК-3, мебельная фабрика	Фтористые соединения (0,5-7,5), пыль СМС (2,0-5,0), пыль ГШМ (0,5-1,0), MnO (менее 0,5), древесная пыль (0,0001-0,0008)	Ул. Адм. Нахимова, Шишкина, Закамская, Нахичеванская, Маршала Рыбалко, Автозаводская, Магистральная, лесные кварталы 71, 72, 79,30, 81,33
10.	ПО «Сорбент», ЗЗСК, УПО «Галоген», ПЗСМС, ГШМ, ЖБК-3, мебельная фабрика	Угольная пыль (0,5-1,0), пыль песка, извести, известняка (до 1,0), MnO (0,5-1,0), фтористые соединения (2,0-7,5), H ₂ SO ₄ (до 0,2), пыль СМС (2,0-5,0), пыль ГШМ (0,5-1,0), цемент (0,0008-0,0022), керамзит (0,0001-0,0022), взвешенные вещества (0,0001-0,0005), формальдегид (0,0001-0,0005), дымовые газы (0,0001-0,0007), древесная пыль (0,0001-0,0002)	Ул. Победы, 4-й Пятилетки, Полтавская, Ласьвинская, Б.Хмельницкого, Охотников, Химградская, Магистральная, Адм. Нахимова
11	УПО «Галоген», ПЗСМС, ГШМ, ЖБК-3, мебельная фабрика	фтористые соединения (2,0-7,5), H ₂ SO ₄ (до 0,2), пыль СМС (3,0-5,0), NO ₂ (0,1-0,3), взвешенные вещества (0,5-1,0), формальдегид (0,0002-0,0001), цемент (0,0004-0,0005), древесная пыль (0,0002-0,0008)	Лесные кварталы 71,72,79,30,31
12.	УПО «Галоген», ПЗСМС, ГШМ, ЗЗСК, ЖБК-3	H ₂ SO ₄ (0,2-2,0), аммиак (0,05-2,5), пыль СМС (5,0), фтористые соединения (7,5-7,0), пыль ГШМ (0,5-1,0), NO ₂ (до 0,1), MnO (0,5-1,0), цемент (до 0,0005), окислы марганца (0,0001)	Лесные кварталы 70,71,73,79
13.	УПО «Галоген», ПФГИПХ	фтористые соединения (1,0-2,05), фтор (0,3-0,9), фтористый водород (0,2-1,0), гексахлорбензол (0,2-0,1).	Пос.Крым, лесн. кварталы 74,85,86,88, 89, р.Кама, лагерь «Огонек», «Орленок», «Спутник», «Космос», «Юность»
14.	ПЗС «Кама»	Пыль нетоксическая (3,0-9,0), CO ₂ (1,0-9,2), бутиловый спирт (1,0-7,0)	Микрорайон Нижняя Курья, р. Кама и прилегающие лесные массивы
15.	ПЗС «Кама», мебельная фабрика	Пыль нетоксическая (1,0-9,0), формальдегид (до 0,0001), древесная пыль (0,0001)	Ул. Светлогорская, частично лесной массив

Примечание: В скобках даны современные названия предприятий (на состояние 2008г.): ПО «Сорбент» (АО «Сорбент»), ЖБК-3 (ОАО «Завод ЖБК-3»), ПЗС «Кама» (ОАО Судостроительный завод «Кама»), ПЗСМС (ОАО «Пермский завод моющих средств»), УПО «Галоген» (ОАО Галоген), мебельная фабрика (ООО «Мебельный сезон»), ЗЗСК (ЗАО «ЗЗСК»), ГИПХ (ООО «ГИПХ-электрохимия»), НПО им. Кирова (ФКП «Пермский Пороховой Завод»), ГШМ (ООО «ПО ГШМ»),

Полученная карта районирования территории по степени загрязнения воздуха является расчётной, т. к. положенные в её основу поля загрязнения получены не на основе непосредственных наблюдений, а расчётным путем.

Для уточнения проведенных границ нами использовались снегомерные съемки территории с определением химического состава снега, а также наблюдения за содержанием в атмосфере 9 веществ, ведущиеся в 5 стационарных точках ЦГСЭН.

Снежный покров обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения территории: он не только сорбирует вещества из воздуха, но и учитывает роль рельефа в накоплении и перераспределении загрязнений.

Устойчивый снежный покров в период исследований в Кировском районе г. Перми наблюдался с декабря по март. Высота его изменялась от 0,35 до 0,65м, что связано с типом местности, степенью её залесенности, проективным покрытием кронами деревьев и т.д. В рассматриваемом районе наиболее типичны три категории лесных площадей: небольшие по площади вырубки и поляны, узкие, до 5-10м лесные просеки и дороги, одноярусные, преимущественно хвойные, древостой с подлеском и кустарниковыми породами. В таких условиях максимальная толщина снежного покрова наблюдается на узких лесных просеках, где она составляет 59 ± 6 см; на открытых вырубках и полянах – 39 ± 2 см, а в лесу за пределами проекции крон деревьев – $52-42 \pm 3,5$ см. По весовым показателям снеговые пробы дают несколько иное соотношение распределения осадков: плотность снега на просеках выше, а если принять ее здесь за 100% , то на вырубках и полянах она составит до 95%, а в лесу 85-88% . Следовательно, на различных участках при разной степени их залесенности аккумуляция и концентрация микрочастиц загрязняющих веществ также происходит неодинаково. Открытые пространства вырубок и полян при хорошей их продуваемости способствуют горизонтальному сносу частиц пыли приземными воздушными потоками. В лесу, наоборот, большая часть твердых осадков аккумулируется на кронах деревьев, особенно хвойных пород, и в междудеревных участках меньше разносится ветром и тем самым значительно ограничивается площадь загрязнения.

Первая снегомерная съемка, проведенная в начале зимы (декабрь), когда установился постоянный снежный покров, показала общую картину загрязнения. Вторая съемка проводилась перед началом снеготаяния (март) с учетом выявленных недостатков первой.

В процессе первой съемки были взяты пробы из 71 точки, во второй – из 95, расположенных в различных типах местности – в лесу, на болоте, в жилом массиве и т.д. На рисунках 1.7 и 1.8 показано распределение загрязняющих веществ и содержание металлов в снежном покрове на территории района.

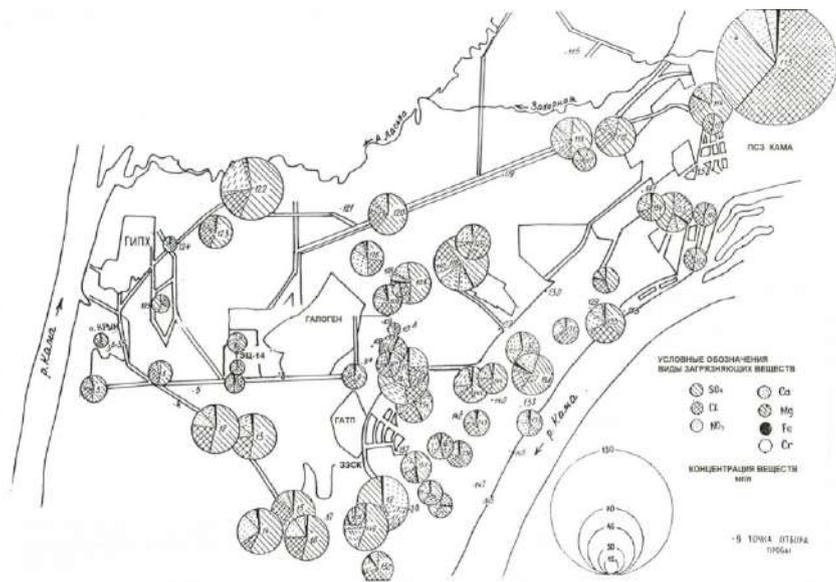


Рисунок 1.8 – Распределение загрязняющих веществ в снежном покрове на территории Кировского района

Среди химических продуктов отходов производства особое внимание своим отрицательным действием на природные воды и растительность привлекают синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Они обладают огромной проникающей способностью во все компоненты геосистемы – воды, почву, растительность. Проведенные нами исследования с помощью снегомерной съемки показали, что пыль СМС постоянно накапливается в радиусе до 3км от эпицентра выбросов; в 63 пробах снега, отобранных на разном расстоянии от завода, обнаружены СПАВ в концентрации до 1,1мг/л. Отмечено присутствие таких элементов, как никель, медь, цинк, кадмий, кобальт, сурьма, олово, висмут, ртуть. Значительные концентрации характерны для свинца, цинка, меди, кадмия. В жилом комплексе преобладает загрязнение ионом ам-

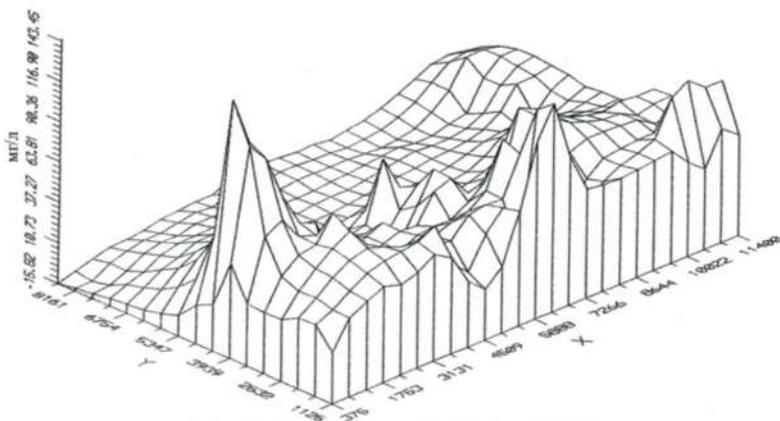


Рисунок 1.9 – Содержание свинца в снеге (мг/л), где Y и X – координаты точек отбора проб (м)

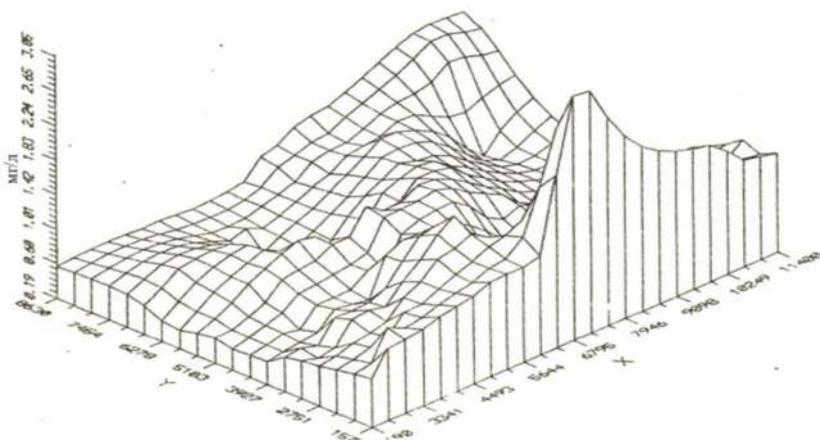


Рисунок 1.10 – Содержание кальция в снеге (мг/л), где Y и X – координаты точек отбора проб (м)

Что касается макрокомпонентов, то на всей территории преобладает зональная (естественная) гидрокарбонатная гидрохимическая формация, но встречаются в результате техногенного загрязнения сульфатная и хлоридная. Часто в гидрохимическую фацию входят хлор и натрий, что является результатом засыпки солью транспортных магистралей. Так, максимальная минерализация (270,68 мг/л) в точке 113 (ул. Светлогорская) связана именно с этим фактором (рис. 1.11).

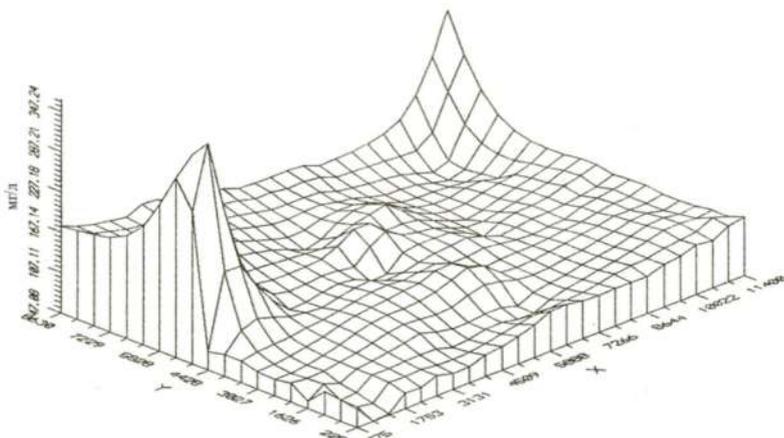


Рисунок 1.11 – Суммарная минерализация снега (мг/л), где Y и X – координаты точек отбора проб (м)

Существенный вклад в загрязнение снежного покрова вносит бенз(а)пирен. Средние годовые его концентрации в воздухе составили от 3мг/м^3 до 4мг/м^3 . Наибольшее содержание бенз(а)пирена в снежных пробах отмечено на ул. Магистральная, Сысольская – $856,8\text{мг/л}$, ул. Нахимова – $623,1\text{мг/л}$, на ул. Светлогорская – $608,3\text{мг/л}$. На территории всего жилого комплекса содержание бенз(а)пирена выше 100мг/л , меньшее его содержание зафиксировано в лесном массиве. Он является активным канцерогеном, очень медленно разлагается.

При районировании территории по содержанию загрязняющих веществ в снегу выделено 23 участка (рис.1.12, табл. 1.2) против 15 при районировании по степени загрязнения воздуха, что объясняется влиянием подстилающей поверхности на перераспределение веществ в пределах геосистемы. При этом основные границы участков обеих сеток районирования практически совпадают, но некоторые участки, характеризующие загрязнение атмосферы, делятся с учётом химического состава снега на более мелкие.

Таким образом, в снежном покрове района отмечается превышение ПДК бенз(а)пиреном, тяжёлыми металлами, соединениями азота, СПАВами, фтористыми соединениями. Наибольшие концентрации веществ санитарно-токсикологического воздействия зафиксированы в жилом комплексе и на территориях, прилегающих к промышленным предприятиям. Жилой комплекс находится в более пониженном месте по отношению к предприятиям ОАО «Галоген», ОАО «Пермский завод мою-

щих средств, ЗАО «ЗЗСК», ООО «ПО ГШМ», АО «Сорбент», что приводит к сносу веществ и аккумуляции их в жилом комплексе. Кроме того, на определенных территориях, где зоны действия предприятий пересекаются, наблюдается "всплеск" концентрации загрязняющих веществ. Так, ряд точек, расположенных между ООО «ГИПХ-электрохимия» и ОАО «Галоген» имеют концентрации, не уступающие концентрациям в зоне влияния завода «Галоген».

В районе ТЭЦ-14 увеличение концентраций загрязняющих веществ наблюдается при удалении от неё, т.к. высота трубы ТЭЦ позволяет отводить выбросы на большие расстояния.

Таблица 1.2

К районированию территории Кировского района
по химическому составу снега

№	Предполагаемые источники загрязнения	Преобладающие химические вещества в снеге
1	2	3
1	ГИПХ, УПО «Галоген, ТЭЦ-14	цинк, СПАВ, медь, марганец, нитриты, ион аммония, никель, хром, свинец, кадмий, нитраты, сульфаты, хлор, железо
2	ГИПХ, УПО «Галоген», ПЗСМС, НПО им. Кирова	цинк, никель, марганец, медь, кадмий, хром, ион аммония, нитриты, нитраты, сульфаты, хлор, железо, СПАВ
3	ПЗСМС, УПО «Галоген», ГИПХ	цинк, медь, никель, свинец, кадмий, железо, ион аммония, СПАВ, сульфаты
4	УПО «Галоген»	Свинец, хром, кадмий, марганец, медь, никель, цинк, ртуть,
5	УПО «Галоген», ПЗСМС	цинк, никель, марганец, кадмий, железо, сульфаты, хлор, нитраты, ион аммония, СПАВ
6	ГИПХ, УПО «Галоген», НПО им. Кирова	цинк, марганец, медь, свинец, хром, никель, сульфаты, хлор, нитраты
7	УПО «Галоген», ПЗСМС, ЖБК-3, НПО им. Кирова	свинец, цинк, ртуть, хром, марганец медь, никель, железо, СПАВ, сульфаты, ион аммония, хлор, нитраты, нитриты, железо.
8	НПО им. Кирова, ПЗСМС, УПО «Галоген», ЗЗСК (ЗАО «ЗЗСК»), ЖБК-3	медь, марганец, цинк, никель, свинец, хром, железо, ион аммония, СПАВ, сульфаты, хлор, нитраты
9	НПО им. Кирова, ПО «Сорбент», ПЗСМС, ЗЗСК, УПО «Галоген»	цинк, медь, марганец, свинец, никель, железо, СПАВ, ион аммония, нитриты, сульфаты, хлор
10	ПЗСМС, УПО «Галоген», завод ГШМ, НПО им. Кирова	цинк, марганец, никель, медь, ртуть, кадмий, свинец, железо, сульфаты, хлор, СПАВ, нитриты, нитраты,

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3
11	ПЗСМС, ПЗС «Кама», завод ГШМ, мебельная фабрика	цинк, марганец, свинец, никель, медь, кадмий, железо, СПАВ, ион аммония, нитраты, нитриты, сульфаты, хлор
12	завод ГШМ, УПО «Галоген», ПЗСМС	цинк, хром, медь, марганец
13	завод ГШМ, УПО «Галоген», ПЗСМС	цинк, марганец, свинец, никель, медь, железо, СПАВ, нитриты, сульфаты
14	ПЗС «Кама», завод ГШМ, ПЗСМС, УПО «Галоген»	цинк, марганец, свинец, никель, медь, кадмий, СПАВ, ион аммония, нитраты, нитриты, сульфаты, хлор
15	ПЗСМС, ПЗС «Кама», УПО «Галоген»	Медь, никель, марганец, хром, железо, цинк, свинец, СПАВ, ион аммония, нитраты, нитриты, сульфаты, хлор
16	ПЗС «Кама», мебельная фабрика	цинк, марганец, медь, никель, ртуть, хром, железо, свинец, СПАВ, ион аммония, нитриты, нитраты, сульфаты, хлор
17	мебельная фабрика завод ГШМ, ПЗСМС, УПО «Галоген» ,	цинк, марганец, медь, никель, железо, СПАВ, ион аммония, нитриты, нитраты, сульфаты, хлор
18	мебельная фабрика, завод ГШМ, ПЗСМС, УПО «Галоген», НПО им. Кирова	медь, цинк, марганец, никель, ртуть, хром, железо, свинец, СПАВ, ион аммония, нитриты, нитраты, сульфаты, хлор, железо, ион аммония, нитраты, нитриты,
19	ПЗСМС, УПО «Галоген», ПО «Сорбент», ЗЗСК, ЖБК-3	медь, цинк, марганец, никель, хром, свинец, железо, сульфаты, хлор
20	ЗЗСК, ПЗСМС, ПЗСМС, НПО им. Кирова, УПО «Галоген»	медь, цинк, марганец, никель, хром, свинец, кадмий, железо, ртуть, ион аммония, нитриты, нитраты, сульфаты, хлор
21	НПО им. Кирова, ПЗСМС, ЗЗСК, ПО «Сорбент»	медь, цинк, марганец, никель, кадмий, железо, ртуть, СПАВ, ион аммония, нитриты, нитраты, сульфаты, хлор, хром
22	ПЗСМС, УПО «Галоген», ЗЗСК	марганец, медь, цинк, никель, свинец, железо, ион аммония, нитриты, нитраты, сульфаты, хлор, СПАВ
23	НПО им. Кирова, ЗЗСК, УПО «Галоген», ЖБК-3	марганец, медь, цинк, никель, свинец, хром, железо, ион аммония, нитриты, нитраты, СПАВ, сульфаты, хлор

Примечание: Перечень промышленных предприятий представлен на состояние 2008г. (табл. 1.1). В 2008г. ликвидирована Мебельная фабрика (ООО «Мебельный Сезон»), в 2009г. – ОАО «Пермский Завод моющих средств», в 2012г.– ОАО "Судо-строительный Завод "Кама", в 2020г. – ООО «ГИПХ-электрохимия», в 2021г. – ООО «ПО ГШМ».

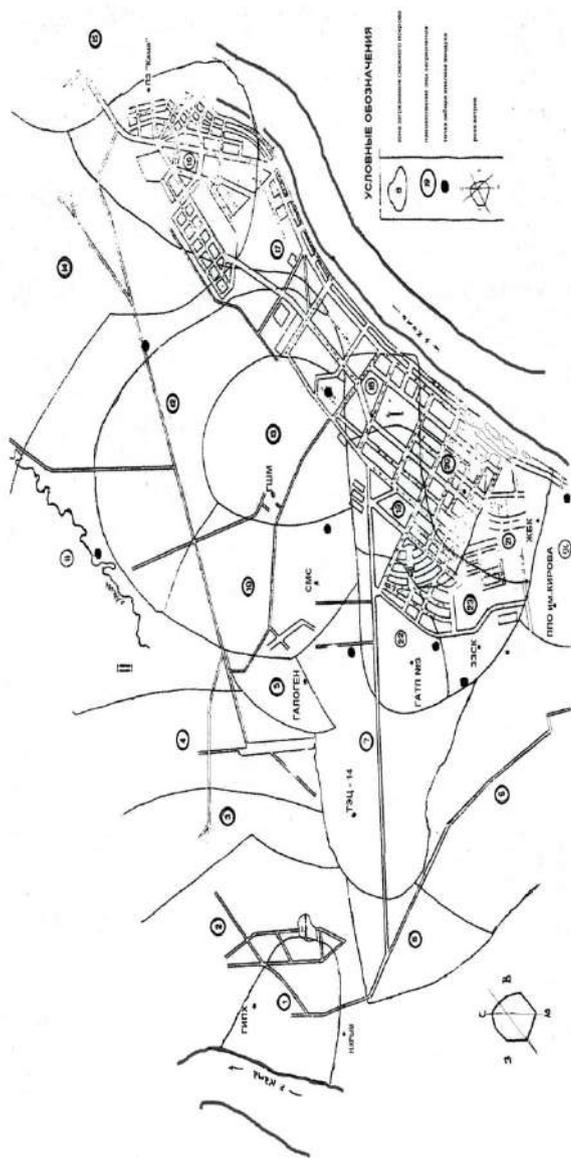


Рисунок 1.12 – Районирование территории Кировского района г. Перми по химическому составу снежного покрова

Влияние транспорта на состояние атмосферного воздуха. Современный город трудно представить без сети транспортных коммуникаций. Пределов развития транспорта, по-видимому, не существует, поэтому возникла необходимость исследовать те его аспекты и тенденции, которые имеют экологическое значение. О том, что происходит с природными экосистемами, прилегающими к автомагистралям, известно пока ещё мало, но исследования в этом направлении расширяются. Так, службой охраны естественной природы США получены данные о том, что по обочинам двух крупнейших шоссе дорог на расстоянии до 50 м от полотна в почвах содержится огромное количество свинца, цинка, никеля, кадмия. Цинк образуется при сгорании машинного масла, кадмий – из шин, никель – из бензина и масла. Описаны механизмы образования смога над городом при определенных метеоусловиях в результате загрязнения воздуха промышленными и транспортными отходами. Причем основной материал для смога «Лос-Анджеловского типа» выделяется из выхлопных газов автомобилей. Одиночный автомобиль при работе выделяет небольшое количество загрязнителей, которые быстро рассеиваются в воздухе и не вызывают неблагоприятных последствий. При значительном сосредоточении автотранспорта выделяется значительное количество отработанных газов, в состав которых входят до 200 химических соединений.

Кировский район г. Перми является местом значительного скопления и передвижения автомобилей, выбросы которых вносят определенный вклад в формирование экологической обстановки. Для определения этого «вклада» в пределах района проведены специальные исследования, позволившие проанализировать структуру транспортного потока и степень его воздействия на человека.

Показателем воздействия автотранспорта на геосистему может служить интенсивность движения транспорта. Наблюдения за ней проводились в разные сезоны года в рабочие и выходные дни по 33 точкам, выбранным таким образом, чтобы дать полное представление о движении транспорта по территории района. Предварительно были проведены суточные наблюдения для выявления временных промежутков с одинаковой интенсивностью движения. Наиболее показательными оказались периоды: 8.00-9.00, 12.30-13.30, 15.00-17.00 часов. В выбранных точках в эти временные периоды подсчитывалось число грузовых и легковых машин, автобусов и мотоциклов, что позволило выявить неравномерность нагрузки от транспорта в течение суток и в разные периоды года.

Анализ данных наблюдений показал, что по различию транспортных потоков можно выделить два сезона года: весенне-летний и осенне-зимний.

Наши исследования показывают, что в весенне-летний период наибольшая активность движения характерна для улиц Маршала Рыбалко, Ласьвинская, Магистральная, Победы, Светлогорская (плотность движения от 500 до 800 единиц). Среди перекрестков, плотность движения по которым наиболее высока, можно назвать: ул. Маршала Рыбалко и Сысольская, Ласьвинская и Маршала Рыбалко, Ласьвинская и Магистральная, где в час проходит от 800 до 1000 единиц. Наряду с ними есть улицы, где движение транспорта случайно и не превышает 10-20 единиц в час (улицы Капитанская, Волгодонская, Нижнекурьянская, Чистопольская).

Плотность движения транспорта в рабочие дни больше, чем в выходные. В выходные дни интенсивность движения летом снижается в 1,5-2 раза на тех улицах, где велик процент грузового транспорта. Это – улицы Победы, Сысольская, Витебская, Автозаводская, Магистральная, Кировоградская. Количество легковых автомобилей остается примерно на одном уровне в выходные и рабочие дни.

Сопоставление картины движения транспорта в весенне-летний и осенне-зимний периоды показывает, что для второго периода наибольшей интенсивностью также отличаются вышеперечисленные улицы, хотя абсолютная её величина не превышает 400 единиц в час. В рабочие дни зимой интенсивность движения обычно больше, чем в выходные, и нередко – в 1,5-2 раза, в основном за счёт увеличения грузового транспорта и в меньшей степени за счёт автобусов.

Структура транспортного потока в весенне-зимний период изменяется мало, в основном за счет резкого уменьшения числа мотоциклов.

Практически постоянной и незначительной можно считать интенсивность движения в посёлке Крым. Основное движение здесь происходит по окружной дороге в сторону Краснокамска и, частично, на ГИПХ и автозаправку, но и здесь движение меньше, чем на основных магистралях района и не превышает 60-70 единиц в час. Сложившаяся здесь обстановка с транспортным движением не вызывает опасения благодаря окружной дороге.

Структура потока в течение суток меняется от утренних часов к вечерним: в утренние часы, как правило, отмечается значительное число грузовых машин, к обеду их число уменьшается, а к вечеру опять возрастает. Эта закономерность характерна и для автобусов; что касается легковых автомобилей, то закономерности в изменении их числа внутри

района выявить очень сложно, однако с уверенностью можно сказать, что число их преобладает над всеми видами транспорта в течение суток.

На основе наших исследований выделено шесть групп участков по интенсивности движения в рабочий и выходной дни (табл. 1.3). Первая группа характеризуется наибольшей интенсивностью движения (500 тр. ед./час) – ул. Маршала Рыбалко в промежутке между Ласьвинской и Чистопольской с прилегающей к ней территорией. Наименьшая интенсивность характерна для шестой группы участков (ул. Б.Хмельницкого, Торговая, Чистопольская и др.). В зависимости от того, выходной день или рабочий, границы участков могут смещаться.

Таблица 1.3

Балльная оценка интенсивности транспортного движения

Балл	Количество транспортных единиц в час	Балл	Количество транспортных единиц в час
1	0-100	4	301 – 400
2	101 – 200	5	401 – 500
3	201 – 300	6	более 500

Неравномерность распространения транспортного потока приводит к неравномерности загрязнения воздуха выбросами транспорта и к разной шумовой нагрузке внутри района.

Вклад транспорта в загрязнение воздуха определялся по содержанию выделяемого им оксида углерода. Результаты расчёта приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Вклад транспорта в загрязнение атмосферного воздуха района*

№ участка	Интенсивность движения транспорта, ед./час	Содержание окиси углерода при ветре 2 м/сек. на расстоянии						Шум дБА
		5 метров		7 метров		10 метров		
		Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	
I	Более 500	29,6	4502	26,5	40,6	23,4	35,9	74,3
II	401-500	25,1	39,4	22,5	35,3	19,9	31,3	70-72
III	301-400	20,1	38,3	18,0	34,4	16,0	30,0	68,2-70
IV	201-300	16,1	22,8	14,4	20,4	12,7	18,1	< 68
V	101– 200	14,8	15,6	13,2	14,0	11,8	12,4	
VI	0-100	0	19,9	0	17,5	0	15,5	

*Концентрация СО зависит не только от количества прошедшего транспорта, но и от самой структуры транспортного потока, поэтому содержание СО изменяется не пропорционально интенсивности движения транспортных потоков.

Сравнение их с ПДК (максимальная из разовых – 3мг/м^3 , среднесуточная – 1мг/м^3) показало, что во многих точках наблюдений расчётные данные превышают ПДК и иногда в 5-10 раз (1, 2, 3 участки), нулевого значения содержание СО достигает в пределах шестого участка. По мере удаления от источника выброса содержание СО уменьшается, но для некоторых участков и на расстоянии 10м от дороги наблюдается превышение ПДК.

С интенсивностью, движения связан еще один показатель загрязнения системы – шумовое загрязнение. Транспортный шум вызывает серьезные изменения в деятельности органов слуха, центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы и др. Наиболее чувствительны к шуму дети и люди старших возрастов, свыше 72% из них реагируют на шум ухудшением самочувствия. Шумовое загрязнение, по литературным данным, на магистралях общегородского и районного значения составляет 62-78 децибелл (дБА) и выше.

Расположение жилых кварталов в кольце промышленных предприятий, отсутствие объездной дороги для грузового транспорта привело к тому, что через жилой массив Кировского района идет транзитный поток транспорта к предприятиям. Улицы района не рассчитаны на пропуск транзитного и большого количества грузовых автомобилей.

Результаты замеров шума, проводимых в течение трех лет санэпидстанцией, свидетельствует, что на основных магистралях уровень шума составил от 48 (на ул. Б. Хмельницкого) до 77,3 дБА (ул. Ласьвинская). Наиболее высокие шумы (70-73 дБА) наблюдались в местах с высокой интенсивностью транспортного движения, но и на таких улицах, как Кировоградская, Светлогорская, Калинина, где достигают 71 дБА, хотя интенсивность движения здесь была в 2-3 раза меньше, чем на основных магистралях. Значительный уровень шума здесь объясняется значительным процентом грузовых автомобилей в общем транспортном потоке (от 39 до 50%) в рабочие дни.

В выходные дни шум на основных улицах снижается на 4-10 дБА. Таким образом, эквивалентные уровни шума на основных транспортных магистралях превышают допустимые нормы (55 дБА) как в рабочие, так и в выходные дни, что не может не влиять на здоровье населения.

Воздействие автотранспорта на здоровье детей до 14 лет изучалось по показателям общей заболеваемости. Всего только методом сплошного учёта проанализировано около 10000 статистических талонов (учётная форма 25-В). Результаты исследований показывают, что значительная теснота связи отмечается между интенсивностью движения транспорта и бронхиальной астмой, болезнями крови, в том числе

анемией, аллергическими заболеваниями кожи, что подтверждается исследованиями, проведенными в других регионах страны.

Всё вышесказанное говорит о необходимости уменьшения интенсивности движения транспорта с целью понижения содержания основных ингредиентов отработанных газов если не до ПДК (что невозможно из-за сильно развитого здесь промышленного комплекса), то хотя бы до среднего уровня транспортного загрязнения данного региона.

На основании полученных результатов проведено районирование Кировского района г. Перми по загрязнению атмосферного воздуха. На рис.1.13 показано распределение по территории района техногенных нагрузок, представляющих из себя сумму превышений предельно допустимых концентраций по всем изученным загрязняющим веществам.

Наиболее высокий балл (5 баллов) характерен для промышленных зон ОАО «Галоген», ОАО «Пермский завод моющих средств, и характеризуется пятикратным превышением ПДК по серной кислоте, аммиаку, фтористым соединениям и пр. При этом каждое соединение имеет концентрации существенно ниже пятибалльных. Балл антропогенной нагрузки хорошо соотносится с состоянием лесных массивов и здоровьем населения, так 4-х и 5-ти балльная нагрузка приводит к гибели леса, увеличению заболеваемости.

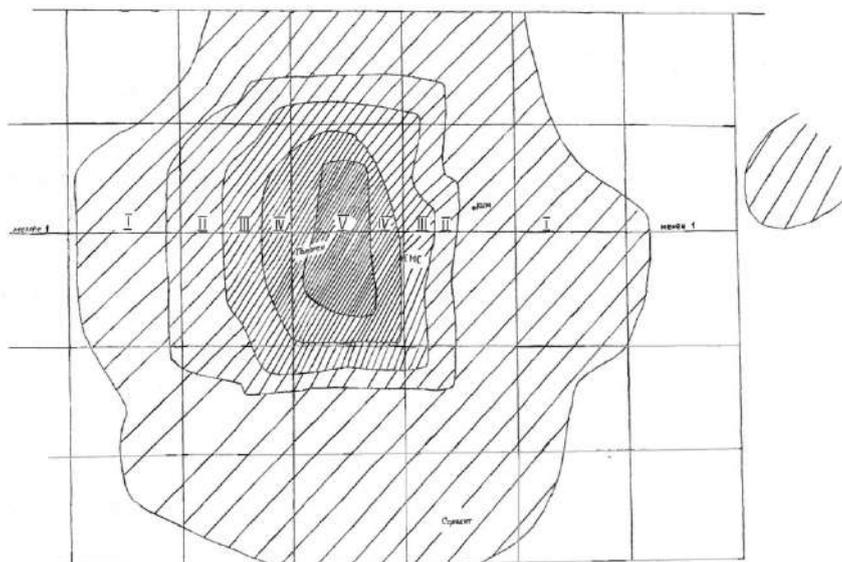


Рисунок 1.13 – Техногенные нагрузки в пределах территории Кировского района (I, II...V – величина антропогенной нагрузки в баллах)

1.2.3. Современная характеристика поверхностных и подземных вод

Главной целью гидрохимических исследований природных вод является определение их качественных показателей. Химические параметры водных систем изменяются под влиянием процессов, происходящих в этих системах. В основе получения информации при исследовании водных систем лежит изучение изменчивости химического состава природных вод как во времени, так и в пространстве под влиянием естественных и искусственных факторов. Зональные факторы оказывают основное влияние на формирование их химического состава.

При характеристике химического состава природных вод использована химическая классификация Г. А. Максимовича (1955), где основным таксоном является гидрохимическая фация. В последнюю входят только те компоненты, количество которых превышает (в порядке убывания) 10% от общей минерализации (суммы солей в воде). Гидрохимические фации по первому (преобладающему) иону объединяются в гидрохимические формации. Пермская область относится к широтной зоне преобладания гидрокарбонатно-кальциевых ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$) гидрохимических фаций поверхностных и подземных (грунтовых) вод северного полушария. Лесной зоне отвечают атмосферные осадки также преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава. Другими словами говоря, в ненарушенных инженерно-хозяйственной деятельностью человека естественных условиях все природные воды в рассматриваемом районе характеризуются гидрокарбонатной (HCO_3) гидрохимической формацией и гидрокарбонатно-($\text{HCO}_3\text{-Ca}$) гидрохимической фацией.

Поверхностные воды. Химический состав речных вод является функцией условий, создаваемых окружающей средой, свойственных каждому водосборному бассейну. Водотоки техногенно измененных районов обладают специфическими геохимическими особенностями. Они характеризуются изменением общего гидрохимического облика и развитием антропогенных потоков рассеяния химических элементов в различных компонентах водной среды (Двинских, Китаев, Зуева, Шукова, 2008; Двинских, и др., 2001). Среди комплекса проблем, связанных с загрязнением водотоков, выделяется проблема загрязнения вод тяжелыми металлами, содержание которых в количествах, превышающих предельно-допустимые концентрации (ПДК), наносит непоправимый ущерб живой природе. Так, состав воды в р. Каме, особенно в пределах городской территории, весьма неоднороден. Камские воды в створе Нижняя Курья – Закамск, приняв в себя различные бытовые и промыш-

ленные стоки в центральной части города, характеризуется гидрокарбонатной, сульфатной и хлоридной гидрохимическими формациями и имеют минерализацию до 550 мг/л. Повышение минерализации отмечено у берегов в связи с поступлением сточных вод. Наблюдается прогрессирующее увеличение минерализации в течение последних лет (Двинских, Дьяков и др., 2007).

Важной задачей является сохранение от загрязнения малых рек, принимающих в себя основные объемы сбрасываемых сточных вод и оказывающих огромное влияние на формирование качества воды в более крупных водных объектах. Именно малые реки испытывают интенсивное антропогенное воздействие и именно для них характерно наиболее яркое проявление основных особенностей техногенного загрязнения, отчетливее всего отражающихся в характеристиках донных отложений и общего состава воды. Влияние промышленного города в малой реке фиксируется на протяжении 25-30 км.

На территории г. Перми в р. Каму впадает около десятка малых рек. Большинство притоков левобережные, прорезающие весь комплекс камских террас. Гидрохимический режим малых рек на территории г. Перми сильно искажен в связи со сбросом в них коллекторно-дренажных вод и стоков промпредприятий.

Основными загрязнителями речных вод на территории Кировского района является ОАО «Галоген» и АО «Сорбент», ООО «ПО ГШМ», ТЭЦ-14, ООО «ГИПХ-электрохимия» и другие. Наиболее загрязнены устья рек Большой Ласьвы и Малой Ласьвы. Если еще в верховьях эти реки и их притоки, протекая по залесенной местности, несут чистые $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ воды, то в нижнем течении их состав и физические свойства резко меняются. Они становятся мутными, часто с нефтяной пленкой на поверхности, резко возрастает минерализация (более 1 г/л), содержание хлоридов, сульфатов, нитратов, органических веществ. Сброс в речки горячих промышленных стоков приводит к тому, что в пределах техногенного воздействия они, как правило, не замерзают.

На фоне общего загрязнения речных вод наблюдаются всплески увеличения минерализации и, соответственно, изменения их химического состава. Это связано с точечными источниками загрязнения, среди которых выделяются промышленные, коммунальные, а также некоторые виды городской деятельности. При выборе защитных мероприятий особое внимание следует уделять правильному планированию размещения различных видов хозяйственной деятельности на водосборной территории.

Формирование искусственных водоемов. На территории Кировского района имеется несколько водоемов антропогенного происхождения (около кинотеатра «Рубин», по ул. Маршала Рыбалко, пос. Водники, Крым и др.). Они сформировались в понижениях рельефа в результате подтопления грунтовыми водами застроенных территорий, вызванного нарушением воднобалансового режима в процессе инженерно-хозяйственной деятельности человека.

В процессе строительства неизбежно ухудшаются условия поверхностного и подземного стока, в результате чего на территории объектов образуются заболоченные участки. Это происходит из-за длительного раскрытия котлованов и траншей и навалов грунта близи них, незавершенности или полного отсутствия планировки территории, ориентирования зданий и сооружений длинной стороной поперек склонов земной поверхности. Все это обуславливает подпор поверхностных и подземных вод, отсутствия или неисправности системы отвода поверхностных вод (ливневой канализации и пр.), уменьшения транспирации (испарения растениями) влаги в связи с уничтожением растительности на площадке сооружаемого объекта.

Так, в районе ручья Байкал, естественный сток которого неоднократно нарушен капитальными постройками, вода искусственно задерживается на поверхности и способствует болотообразованию.

Водоем по ул. Маршала Рыбалко образовался с правой стороны автотрассы Пермь-Закамск, его площадь составила 3072м². Глубина водоема изменяется от 0,3 до 0,5м. Значительная площадь зеркала воды покрыта ряской. Затопленным оказался участок с хвойными деревьями, часть из которых уже погибла. Появилась болотная растительность – камыш, хвощи, водоросли. Наряду с сухостоем на территории водоема, в прилегающей зоне наблюдаются признаки усыхания древесной растительности. Вокруг водоема и в нем отмечено большое количество мусора – тряпки, автопокрышки, консервные банки, бумага, куски полиэтилена, различный металлолом. Неоднократно отмечались случаи мойки сразу нескольких машин на берегу водоема. На площади водоема отмечены два поселения уток, что свидетельствует пока еще об удовлетворительном состоянии водной массы.

По химическому составу воды характеризуются зональной гидрокарбонатной гидрохимической формацией, но в гидрохимическую фацию из компонентов загрязнения входят хлор и натрий, что свидетельствует главным образом о бытовом загрязнении воды. Содержание сульфат-иона примерно в пять раз меньше, чем в родниковых водах(24-

31мг/л), хлора больше на 11-15мг/л, натрия примерно столько же. Содержание нитратов примерно в 20 раз меньше. Минерализация вод в водоеме 322-380мг/л, т.е. меньше средней минерализации воды в родниках примерно на 100мг/л.

Причины формирования водоема, на наш взгляд, следующие. В период снеготаяния и обильных дождей возможно формирование естественной верховодки в верхних мелкозернистых песках, водоупором для которой является суглинок. Постройка трассы, связанная с большим объемом земляных работ, вызвало образование механического барьера (тело трассы) для движения грунтовых вод в сторону разгрузки (долина р. Камы), что обусловило вторичное подтопление участка. Большой объем земляных работ, особенно при постройке дорожной магистрали, связан с формированием антропогенных грунтов, являющихся более пористыми, а, следовательно, и водопроницаемыми по сравнению с естественными грунтами. В этих случаях, как правило, формируется антропогенная верховодка, которая также интенсифицирует процесс подтопления. Описываемый водоем находится в понижении рельефа как со стороны Перми, так и со стороны Закамска, что усиливает поперечный сток поверхностных и подземных вод с обоих направлений (перпендикулярно основному продольному стоку в направлении р. Камы), что также благоприятствует подтоплению.

Подобные водоемы на территории города, в частности Кировского района, превращаются постепенно в болотные свалки. Во время выпадения дождей, при снеготаянии и мойке дорожных покрытий в них смывается накопившийся на поверхности уличный смет, включающий продукты износа дорожных покрытий, автомобильных шин и других частей автотранспорта, осевшие атмосферные аэрозоли, выносимых с грунтовых поверхностей, почвенные частицы и т.п. Поверхностный сток при этом отличается высоким содержанием взвешенных частиц, основная масса которых представлена мелкодисперсным материалом, наличием органических примесей, нефтепродуктов, биогенных элементов, бактерий, тяжелых металлов и других токсикантов. Очень часто подобные водоемы становятся местами игр детей дошкольного возраста. Поскольку вода в некоторых из них сильно загрязнена, особенно на застойных участках, она может служить источником различных инфекционных заболеваний.

Для благоустройства указанных территорий обходимы выработка и обоснование конкретных мероприятий по улучшению рекреационного и санитарного состояния (Малеев, Бельтюков и др., 1993).

Подземные воды. Подземная гидросфера города четко реагирует на антропогенные воздействия. Специфику и масштабность изменения гидрологической и гидрохимической обстановки определяют природные условия и характер освоенности территории. Инженерно-хозяйственная деятельность человека изменяет условия питания, стока и разгрузки подземных вод, их уровенный и гидрохимический режим. Изменению подвергается главным образом верхняя часть подземной гидросферы города – верховодка и грунтовые воды (Катаев, Щукова, 2006). Формируются зоны подтопления, подпора и усиленной инфильтрации, нарушается взаимодействие поверхностных и подземных вод. Естественный режим грунтовых вод заменяется искусственным, существенно меняющимся в течение инженерно-геологического времени. Растут площадь и мощность антропогенных отложений, которые из спорадических коллекторов превращаются иногда в огромные обводненные линзы, искажая природную гидрогеологическую и гидрохимическую обстановку. Поэтому в подземных водах зоны активного водообмена наряду с преобладанием зональной $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ гидрохимической фацией отмечено множество автономных, являющихся следствием, как правило, антропогенного загрязнения водоносного горизонта.

Источниками загрязнения являются: атмосферные осадки, загрязненные почвы и грунты, твердые отходы, бытовые и промышленные воды, природные солоноватые и соленые воды нижележащих водоносных горизонтов и др. Для подземных вод используют предельно допустимые концентрации содержания загрязняющих компонентов для культурно-бытового использования и питьевого водоснабжения (ПДКв). Приведем некоторые из них: для сульфатного иона – 500 мг/л, хлоридного – 300 мг/л, нитратного – 40 мг/л, нитритного – 0,08 мг/л, аммония – 2 мг/л, натрия – 120 мг/л. Минерализация должна быть не выше 1 г/л (СанПиН 1.2.3685-21, 2021).

Чутким индикатором на загрязнение водоносного горизонта является увеличение минерализации подземных вод. Отмечено увеличение минерализации за счет компонентов загрязнения вниз по потоку подземных вод к р. Каме. Это обусловлено тем, что в процессе движения вод к областям разгрузки увеличивается время контакта подземных вод с горными породами и поступающими ингредиентами загрязнения, т.е. наряду с процессами массопереноса протекают процессы массообмена. Сезонное увеличение минерализации родниковых вод отмечено в летний период вблизи пристаней – в прибрежной зоне разгрузки грунтовых вод. Наибольшую минерализацию имеют воды, вскрытые скважинами и

характеризующиеся сульфатной-гидрохимической формацией. Подземные воды с аномально высокими содержаниями сульфатного иона вскрыты скважинами в аллювиальных отложениях на глубинах 4-8 м. Содержание сульфатного иона изменяется от 1132 до 1558 мг/л при минерализации до 2310 мг/л. По-видимому, эти аномалии связаны с подтоком сульфатных вод из нижележащих напорных горизонтов, тем более, что для шешминских пород характерна загипсованность. В целом, средняя минерализация подземных вод, вскрытых скважинами, составляет 499 мг/л и является повышенной относительно других водопунктов. Подобные участки, где вскрыты подземные воды с содержанием сульфатного иона более 300 мг/л, представляют агрессивные среды по отношению к фундаментам и основаниям строительных сооружений.

По данным гидрохимического опробования родников, разгружающихся на участке Нижняя Курья – Закамск, 17% анализов показали гидрокарбонатную гидрохимическую формацию, 28% – хлоридную и 55% – сульфатную. В 50% гидрохимических фаций входит ион натрия, также фиксирующий антропогенное загрязнение (Китаев, Зуева, 2009). Минерализация родниковых вод изменяется в широких пределах – от 199 до 702 мг/л, составляя в среднем 377 мг/л. Минимальная минерализация (199-285 мг/л) характерна для гидрокарбонатной формации, повышенная (323-702 мг/л) – для сульфатной. Содержание сульфатного иона (SO_4) в водах родников изменяется от 34 до 223 мг/л (среднее – 107 мг/л), хлоридного (Cl) – от 21 до 85 мг/л (среднее – 42 мг/л). Нитратный ион (NO_3) стабильно присутствует во всех анализах родниковых вод. Содержание его изменяется от 1,3 до 11 мг/л (среднее – 27,2 мг/л). Количество нитритов (NO_2) в водах родников изменяется от следов до 0,06 мг/л, аммония (NH_4) – от следов до 3,8 мг/л.

До недавнего времени правобережная часть города сравнительно мало затронута инженерно-хозяйственной деятельностью человека, в частности промышленным и гражданским многоэтажным строительством. В целом, на территории преобладало бытовое загрязнение, главным образом за счет органических соединений, что и наблюдается в настоящее время в некоторых колодцах на рассматриваемой территории, где минерализация грунтовых вод превышает 1000 мг/л в основном за счет нитратного и хлоридного ионов.

По химическому составу воды в колодцах на территории Кировского района, относятся к нитратной, гидрокарбонатной, сульфатной и хлоридной гидрохимическим формациям. Преобладает нитратная формация, что свидетельствует о загрязнении грунтовых вод бытовыми стоками. Минерализация грунтовых вод, вскрытых колодцами, изменяется

от 225 до 1030 мг/л (средняя 444мг/л). Содержание нитратного иона находится в пределах 0,5-182мг/л (среднее 87мг/л), сульфатного – 8-187мг/л (среднее 66мг/л), хлоридного – 21-150мг/л (среднее – 62мг/л), нитритного – следы – 1,4 мг/л, аммония – 0 -15мг/л.

В 2021 г. были повторно обследованы и опробованы родники на участке Нижняя Курья – Закамск. Анализ гидрохимических данных показал, что средняя минерализация родниковых вод увеличилась более, чем на 100мг/л. Увеличение минерализации произошло главным образом за счет ионов натрия и сульфатного. Увеличилась общая жесткость подземных вод. Химический анализ воды во всех родниках показал уже сульфатную гидрохимическую формацию. Во всех гидрохимических фациях отмечен натрий, занимающий 2-4 места, что является следствием техногенного загрязнения.

В 2009г. в разное время были отобраны пробы из родников на спектральный анализ по определению микрокомпонентов (включая тяжелые металлы) – марганца, кадмия, цинка, свинца, меди, фтора. В роднике у Дома отдыха обнаружен фтор в количестве 0,02 и 0,06, кадмий – 0,25 и цинк – 0,04-0,07мг/л. Фтор является одним из наиболее распространенных в природе элементов и является устойчивым компонентом природных вод. В подземных водах содержание фтора по опубликованным данным изменяется от 0,3 до 4,5мг/л. Содержание фтора в питьевой воды лимитируется ПДК_в и составляет 1,5 мг/л. Однако очень низкое содержание фтора также вредно сказывается на здоровье, вызывая кариес зубов. Подготовка природной воды с низким содержанием фтора для питьевого водоснабжения достигается путем добавления к ней раствора соли фтора. При этом конечная концентрация фтора должна составить 0,5-1,0мг/л.

Одним из источников поступления кадмия в природные воды являются химические предприятия. Соединения кадмия играют важную роль в процессе жизнедеятельности животных и человека. В повышенных концентрациях кадмий токсичен, особенно в сочетании с другими токсичными веществами. ПДК_в для кадмия составляет 0,001мг/л.

Цинк попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород, а также со сточными водами рудообогатительных фабрик и гальванических цехов, производств пергаментной бумаги, минеральных красок искусственного волокна и др. Многие соединения цинка, прежде всего его сульфат и хлорид, токсичны. ПДК_в цинка составляет 1мг/л. В то же время цинк относится к числу активных микроэлементов, влияющих на рост и нормальное развитие растительных организмов.

В целом, по среднесуточным данным удельный вес проб воды из подземных источников, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям достигает 18,5%. Наряду с неблагоприятным состоянием качества воды по химическому составу наблюдается значительное развитие в естественных водах бактериальной, в том числе болезнетворной, микрофлоры. Доля проб воды подземных источников водоснабжения не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям удельный вес нестандартных проб сохраняется на уровне 3,2%.

Вода, поступающая из коммунальных водопроводов, хотя и проходит многоступенчатую очистку, также во многих случаях не соответствует требованиям СанПиНа. В последние годы наблюдается некоторое улучшение химических показателей воды, однако оно объясняется скорее большей степенью разбавления стоков в связи с наблюдаемым увеличением водности, чем улучшением работы очистных сооружений. Удельный вес нестандартных проб воды из распределительной сети централизованной системы хозяйственно-питьевого водоснабжения в районе по санитарно-химическим показателям в среднем составил 49,4%, по микробиологическим – 2,1% (Состояние..., 1999-2009). Показатели безопасности питьевой воды водопроводов по микробиологическим и санитарно-химическим показателям в 2020 году существенно снизились и уже составили 1,63% и 4,8% соответственно.

Гидрогеохимические явления, связанные с антропогенной деятельностью, проявляются в региональных и локальных изменениях химического и биологического состава и физико-химических свойств подземных вод, а также в вариациях строения и состава водосодержащих пород в результате воздействия человека на природные геологические, геохимические и гидрогеологические процессы (Крайнов, Закутин, Соломин, 1989). Среди антропогенных гидрогеохимических явлений могут быть выделены следующие крупные категории: загрязнение подземных вод в результате привноса промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов, стоков, выбросов или теплового воздействия; растворение и выщелачивание горных пород, минералов, строительных материалов; вторичное минералообразование, сорбция, соосаждение, ионный обмен, смешение подземных вод различных водоносных горизонтов и подтягивание поверхностных вод при работе водозаборов; окислительно-восстановительные процессы и реакции; изменение минерализации и состава подземных вод в результате нарушения естественного водного и водно-солевого режима почвогрунтов и горных пород при ме-

лиорации земель, гидротехническом строительстве и т. п.; биологические явления и процессы (Пиннекер, 1979; Питъев, 1984). Все указанные процессы задействованы в рассматриваемом районе.

Особой сложностью отличаются процессы миграции загрязняющих веществ в зоне аэрации и, прежде всего, в почвенном слое. Это обусловлено изменением влажностного режима горных пород под влиянием как естественных, так и искусственных факторов. В почвенном слое происходят серьезные физико-химические преобразования загрязняющих веществ – сорбция, ионный обмен, комплексообразование, влияющие опосредованно на подземные воды (Голодковская, Елисеев, 1989; Гольдберг, 1987).

В процессе свободной фильтрации через ненасыщенные породы зоны аэрации происходит частичная метаморфизация сточных вод вследствие процессов растворения, выщелачивания и сорбции. После того, как метаморфизированные сточные воды достигнут уровня грунтовых вод начинается их смешение. В процессе растекания загрязненных подземных вод по пласту, происходит их разбавление. Движение загрязненных вод сопровождается физико-химическими процессами в системе сточные воды – подземные воды – горная порода.

Одной из причин наблюдаемых разбросов значений гидрохимических параметров грунтовых вод является различная степень защищенности водоносного горизонта от проникающих вместе с инфильтрующимися водами ингредиентов. Эта защищенность определяется как литолого-минералогическими свойствами пород зоны аэрации, так и механической целостностью её. Последняя зависит от количества подземных коммуникаций и стволов вертикальных выработок (колодцев, скважин, свайных фундаментов и др.) на единице площади, а также от качества гидроизоляции заствольных пространств этих выработок. В случае плохой, изоляции или наличии заброшенных скважин и колодцев, ингредиенты приобретают возможность прямого транзита на зеркало грунтовых вод.

Как было указано выше, основными макрокомпонентами загрязнения в подземных водах являются сульфаты, хлориды, соединения азота.

Увеличение содержания сульфатных ионов связано с промышленным загрязнением, главным образом за счет инфильтрации жидких стоков. Значительные количества сульфатов поступают в водные объекты в результате строительства и эксплуатации инженерных сооружений, выщелачивания солей в процессе земляных работ, подтока глубинных вод, со сточными водами коммунального хозяйства и сельскохозяйственного производства, в процессе отмирания организмов и окисления

наземных и водных веществ растительного и животного происхождения. По другим районам города отмечено увеличение содержания сульфатного иона в подземных водах от малонаселенных к густо населенным районам города. Техногенный сульфат-ион попадает в атмосферу при горении каменного угля, нефти и газа, выделяется химическими и другими предприятиями. Повышение плотности серосодержащих выбросов приводит к возрастанию сульфатов в составе вод местного стока.

Повышенное содержание хлора в большинстве случаев связано с наличием свалок бытовых и промышленных отходов на поверхности низких камских террас, сложенных хорошо проницаемыми рыхлыми отложениями, отсутствием канализации в районах частной застройки. Повышенное содержание хлоридов ухудшает вкусовые качества воды и делает её малопригодной для питьевого водоснабжения, ограничивает применение для многих технических и хозяйственных целей.

Особо следует остановиться на загрязнении подземных вод соединениями азота, которые в них появляются в результате широкого, применения азотных минеральных удобрений, выбросов окислов азота в атмосферу в районах промышленных предприятий, поступления в подземные воды промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Нитратный ион является конечным продуктом распада сложных органических веществ животного и растительного происхождения, содержащих белок. Поэтому дополнительными источниками поступления нитратов является пыль (аэрозоли), содержащие остатки растительного и животного происхождения. Поставщиками подобного вода пыли служат почвы и растительный покров. Кроме того, нитраты периодически образуются в атмосфере при грозовых явлениях. Выпадающие на поверхность почв дожди вносят в нее некоторое количество нитратов. Однако основная масса нитратов продуцируется в самом почвенном покрове в результате разложения органического вещества. В подземные воды нитраты проникает в результате инфильтрации поверхностных и почвенных вод. Наиболее обогащены соединениями азота атмосферные осадки в районах ТЭЦ, химических заводов и местах скопления автомобильного транспорта.

Нитратное загрязнение подземных вод становится все более и более обычным явлением, которое может стать причиной серьезных заболеваний. В последние десятилетия наблюдаются серьезные аномалии антропогенного происхождения в биогеохимических циклах азота, что вызывает загрязнение нитратами, подземных и поверхностных вод, почв и продуктов питания, образование кислотных осадков. Повышается био-

логическая продуктивность водных объектов (в частности искусственных водоемов на территории Кировского района) в результате накопления в воде биогенного азота под действием антропогенных или естественных факторов (евтрофирование). Под воздействием бактерий азот превращается в нитраты, которые проникают через почву в подземные воды. Процессы евтрофикации начинают развиваться уже при концентрации нитратного азота 0,3 мг/л.

Нитраты, попадая в кровь, переводят двухвалентное железо гемоглобина в трехвалентное, причем образующаяся новая форма гемоглобина не способна к переносу кислорода. Замещение 20% гемоглобина вызывает кислородную недостаточность, а 80% – гибель человека.

Загрязнение азотистыми соединениями является одним из самых распространенных и, вместе с тем, одним наименее изученным. Это объясняется сложными взаимосвязями и взаимопереходами между различными формами азота в условиях переменной окислительно-восстановительной обстановки. Воды нитратного типа – продукт современной эпохи. В предыдущие геологические эпохи не было условий для их зарождения.

В незагрязненных подземных водах содержание нитратных ионов обычно выражается сотыми, десятными долями миллиграмма и реже единицами миллиграммов в 1 л. Подземные водоносные горизонты в большей степени подвержены нитратному загрязнению, чем поверхностные водоемы, так как в подземных водах потребитель нитратов (биота) практически отсутствует. Вследствие этого они становятся преобладающими среди других компонентов в подземных водах. Нитратный ион – это конечный продукт разложения азотистых соединений, так как нитритный ион и аммония являются весьма неустойчивыми, и в присутствии свободного кислорода ион аммония переходит в нитритный, а последний – в нитратный.

Таким образом, ионы аммония и нитритный указывают на свежий и или близкий источник загрязнения. Нитритный ион появляется обычно в результате разложения белковых соединений, попадающих в водоносный горизонт со сточными и бытовыми водами. Появление нитритов в повышенных концентрациях возможно в районах сброса в водные объекты сточных вод предприятий, использующих в технологическом процессе нитритные соли. Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления нитритов в нитраты, что указывает на загрязнение водного объекта, т.е. является важным санитарным показателем. Нитриты в 20 раз токсичнее нитратов. Как указывалось выше,

нитриты – неустойчивые компоненты природных вод. Поэтому при благоприятных для их окисления условиях, характерных для поверхностных вод, они встречаются в незначительных концентрациях (сотые и тысячные доли, миллиграмма в 1 л). Повышенное содержание иона аммония также свидетельствует об органическом загрязнении, когда происходит бактериальное разложение органических веществ растительного и животного происхождения.

Основными источниками загрязнения органическим веществом подземных вод являются промышленные, коммунальные и сельскохозяйственные стоки, места складирования твердых промышленных и бытовых отходов, хранилища нефтепродуктов. В местах складирования отходов химических производств или совместного их складирования с бытовым мусором в инфильтрующихся водах отмечается присутствие токсических органических продуктов. Окисление органических веществ последовательно приводит к уменьшению концентраций кислорода в подземных водах, развитию в них анаэробных бактерий и снижению окислительно-восстановительного потенциала.

Окислительно-восстановительные процессы оказывают существенное влияние на миграционную способность элементов, на их рассеяние и концентрацию. Различают окислительную и восстановительную обстановки. Все окислительные обстановки характеризуются присутствием в водах свободного кислорода атмосферы. В окислительной среде железо и марганец образуют трудно растворимые соединения трехвалентного железа и четырехвалентного марганца, что объясняет их низкую миграционную способность. Если свободный кислород отсутствует, то показателем окислительных обстановок является трехвалентное железо. В условиях восстановительной среды трехвалентное железо и четырехвалентный марганец переходят в двухвалентную форму. Таким образом, главным критерием восстановительной обстановки служит двухвалентное состояние железа и отсутствие свободного кислорода. Способность к окислению и восстановлению характеризуется окислительно-восстановительным потенциалом.

Снижение окислительно-восстановительного потенциала способствует накоплению в водах значительных масс элементов с переменной валентностью, мигрирующих в бескислородных обстановках (железо, марганец). В связи с этим загрязнение подземных вод органическим веществом на территории города способствует формированию техногенных ореолов с пониженными значениями окислительно-восстанови-

тельного потенциала с высоким содержанием железа и марганца. Содержание органического вещества в подземных водах на территории города изменяется от 17 до 69 мг/л.

Значительное количество сульфатов и двухвалентного железа на территории рассматриваемого района отмечено в скважинах, которыми владельцы частных домов заменяют неглубокие копаные колодцы в связи с непригодностью в них воды для питья. Анализы проб из отдельных скважин показали содержание двухвалентного железа до 50 мг/л. Повышенное содержание двухвалентного железа (до 2 мг/л) в грунтовых водах может быть связано с локальным распространением болотных отложений, к которым приурочены воды с высокой концентрацией водородных ионов. Как известно, кислая среда создает благоприятные условия для накопления и миграции в водах железистых соединений. Повышенное содержание железа ухудшает качество воды и возможность ее использования для питьевых и технических целей. ПДК_в для двухвалентного железа составляет 0,5 мг/л, трехвалентного – 0,3 мг/л.

Загрязнение подземных вод не является локальным изолированным процессом, происходящем только в водоносном горизонте. Оно тесно связано с общим загрязнением других природных комплексов в общей экосистеме. Так, накопление загрязняющих веществ в почвенном слое и грунтах зоны аэрации может обусловить в течение длительного времени загрязнение подземных вод, даже если при этом будут ликвидированы основные первичные источники загрязнения. Загрязненный почвенный слой является как бы вторичным источником загрязнения. Поэтому контроль за состоянием подземных вод должен быть увязан с результатами наблюдений за состоянием всей природной экосистемы. Зоны высокой интенсивности, техногенного давления фиксируются по комплексным аномалиям в почвах, растительности, поверхностных и подземных водах, снежном покрове.

Режим грунтовых вод. Изучение режима грунтовых вод имеет большое практическое значение. В процессе режимных исследований выявляются основные источники питания подземных вод, их взаимосвязь с поверхностными водоемами и водотоками, изменения в водоносном горизонте под влиянием техногенных факторов и их влияние на окружающую среду во времени и пространстве. Использование для этих целей родников, колодцев, имеющихся скважин в качестве объектов наблюдений позволяет, не прибегая к дорогостоящим буровым и опытно-фильтрационным работам, получить сведения о степени обводненности горных пород, качественном составе подземных вод.

Как показали результаты исследований, изменение химического состава грунтовых вод под влиянием антропогенного фактора носит как сезонный, так и многолетний характер, Внутригодовые периодические явления в изменении фациального состава и минерализации грунтовых вод совершается по замкнутому циклу, который повторяется из года в год. В частности, содержание основных макрокомпонентов загрязнения в течение года подчинено периодическим изменениям в выпадении и инфильтрации атмосферных осадков. Основное влияние на колебания минерализации оказывают доминирующие компоненты загрязнения – нитратный, сульфатный и хлоридный ионы.

Режимные гидрогеологические исследования на территории Кировского района с отбором проб воды на химический анализ проводились на родниках (Дом отдыха и Профилакторий), из которых осуществляется местным населением наибольший водоотбор. Результаты наблюдений здесь показали, что амплитуды минерализации родниковых вод в течение года составили соответственно 188 и 203 мг/л. В весенний период, когда происходит интенсивное разбавление подземных вод поверхностными талыми, наблюдается резкое понижение минерализации, сульфатного и хлоридного ионов (апрель). Эта тенденция не характерна для нитратного иона, содержание которого не уменьшается, а в некоторых родниках даже увеличивается. По-видимому, это связано с тем, что с наступлением весны вместе с талыми водами в водоносный горизонт попадают продукты распада органических веществ, накопившиеся на поверхности снежного покрова в течение зимнего периода. Подобная картина наблюдается и осенью. Отмеченная закономерность характерна для грунтовых вод аллювиальных отложений, где в связи с относительно небольшой мощностью зоны аэрации и наличием хорошо проницаемых пород, слагающих ее, компоненты загрязнения в сравнительно короткий период с талыми и дождевыми водами достигают уровня грунтовых вод.

Наблюдается и многолетняя эволюция, которая совершается в результате изменения загрязнения окружающей среды за длительный промежуток времени. В 1963г. были проведены первые режимные ежемесячные наблюдения за химическим составом вод родников на правом берегу р. Камы, на участке между Нижней Курьей и Закамском. Минерализация родниковых вод в течение года в целом по всем родникам менялась в весьма широких пределах – от 60 до 733 мг/л, составляя в среднем 285 мг/л. Средние содержания нитратного иона составляли 100 мг/л, сульфатного – 32 мг/л, хлоридного – 37 мг/л.

Средняя минерализация по отдельным родникам в течение года составляла 117-473 мг/л, амплитуда минерализации – 134-433 мг/л. Повышенная минерализация вод в большинстве родников отмечалась в декабре – марте месяцах, т.е. в зимнюю межень и была связана в большинстве случаев с нитратным ионом и натрием. Нитратный тип минерализации наблюдался в преобладающем большинстве проб.

Совершенно другая гидрохимическая картина наблюдается в водах этих родников в 2001г. Средняя минерализация увеличилась почти в два раза, содержание сульфатного иона в 5 раз, хлоридного – практически не изменилось, нитратного – уменьшилось в 3,5 раза. Нет сомнения, что указанная эволюция химического состава грунтовых вод связана с интенсивным промышленным освоением рассматриваемой территории более чем за двадцатилетний период. Для каждого вида загрязнения характерны свои компоненты или различные их комбинации.

За последние 15-20 лет минерализация и фациальный состав подземных вод значительно изменились почти во всех районах города. Отмечено увеличение минерализации воды в колодцах на правобережной незастроенной части г. Перми. В отдельных колодцах за несколько лет минерализация увеличилась более чем на 400мг/л.

По техногенному воздействию на химический состав природных грунтовых вод существенно различаются районы преимущественно жилой застройки: для грунтовых вод влияние техногенных факторов проявляется в увеличении минерализации в 1,5-2 раза.

Региональные закономерности режима подземных вод, наблюдаемые в естественных условиях, в той или иной степени прослеживаются и в нарушенных. Управление подземными водами при их нарушенном режиме следует рассматривать как составную часть регулирования качественного состояния природной геосистемы в целом.

Подземные воды – один из основных элементов окружающей человека природной среды, который он наиболее широко и часто использует в своей практической деятельности для удовлетворения своих нужд. В последнее время стало возможным регулирование качественного состава различных компонентов подземной гидросферы. Речь идет о преобразовании нарушенного антропогенным воздействием природного режима в желательном для человека направлении. Управление режимом подземных вод необходимо органически сочетать с природоохранными мероприятиями, проводимыми в сфере смежных природных сред.

Роль атмосферных осадков в формировании химического состава природных вод. Основным индикатором состояния природного геохимического ландшафта является химический состав составляющих

его компонентов, в частности атмосферных осадков. Атмосферные осадки являются главной приходной статьей водного баланса Земли. Под их влиянием протекает ряд природных процессов, в том числе гидрохимических и экзодинамических, оказывающих влияние на перенос вещества, формирование состава поверхностных и подземных вод, направленность и интенсивность почвообразования, развитие биоты. Оценка состояния атмосферы города по химическому составу атмосферных осадков, в частности снежного покрова, может дать за короткий срок информацию, как по качественному, так и по количественному составу содержащихся в них примесей.

Между ареалами загрязнения в атмосфере, почво-грунтах, биоте и природных водах существует тесная взаимосвязь. Она носит сложный пространственно-временный характер. Контуры ареалов загрязнения во всех средах не постоянны во времени. Их изменение зависит не только от интенсивности антропогенного воздействия, но и от климатических факторов. Тем не менее, получение исходной гидрохимической и геохимической информации по загрязнению одной из сред способствует решению вопросов относительно других. Так, почвенный покров, являясь индикатором геохимической обстановки в ландшафте, получает значительную часть гидрохимической антропогенной нагрузки от атмосферных осадков, сорбируя ингредиенты по почвенным поглощающим комплексам, изменяя состав миграционных форм. В дальнейшем загрязняющие компоненты мигрируют в подземные и поверхностные воды, усваиваются растениями. Инфильтрующиеся атмосферные осадки доставляют в грунтовые воды широкий комплекс компонентов минерализации, состав и содержание которых определяются конкретными природными условиями участка: литологическим составом и мощностью пород зоны аэрации, интенсивностью выпадения атмосферных осадков, режимом грунтовых вод.

Дождевые пробы на химический анализ были отобраны как в жилом массиве, так и вблизи промышленных предприятий. И те, и другие в большинстве случаев характеризуются зональной гидрохимической формацией. В двух случаях отмечена сульфатная формация.

Пробы, отобранные вблизи промышленных предприятий, имеют следующие гидрохимические характеристики. Сульфатный ион входит в большинство гидрохимических фаций. Минерализация дождевых вод изменяется от 202 до 455 мг/л, составляя в среднем 304 мг/л. Повышенная минерализация связана с основными компонентами загрязнения – сульфатами, хлоридами, натрием. Содержание сульфат-иона изменяется от

14 до 144 мг/л, составляя в среднем 64 мг/л, хлора – от 11 до 35 мг/л, среднее – 20 мг/л. Во всех анализах присутствуют нитраты (0,02-2,4 мг/л), нитриты (0,02-1,4 мг/л), ион аммония (0,55-27,2 мг/л). Во всех пробах зафиксировано железо – от 0,4 до 1,7 мг/л. В дождевых волах обнаружен фтор (0,02-0,24 мг/л), в единичных анализах – кадмий (0,003 мг/л), цинк (0,16 мг/л). Значения pH изменяются от 6,9 до 8,8. Преобладают воды с нейтральной реакцией.

В пробах, отобранных в районе жилого массива, также в большинстве случаев в фации входят сульфатный ион и натрия, указывающие на техногенное загрязнение. Минерализация изменяется от 102 до 420 мг/л, составляя в среднем 135 мг/л. Содержание сульфат-иона изменяется от 17 до 144 мг/л (среднее 45 мг/л), хлора – от 4 до 25 мг/л (среднее – 9 мг/л). Во всех анализах присутствуют нитраты (0,5– 16,8 мг/л), ион аммония (0,3-164 мг/л), в большинстве анализов – нитриты (0,02-0,32 мг/л). Количество железа изменяется от 0,2 до 5 мг/л. Значения pH изменяются от 6,3 до 8,7 (воды слабокислые, нейтральные, слабощелочные).

Всестороннее и тщательное изучение химического состава атмосферных осадков позволяет выявить связи между изменением химического состава метеорных вод и интенсивностью техногенной нагрузки как в течение года, так и в многолетнем разрезе, а также правильно решать вопросы формирования состава поверхностных и подземных вод.

1.2.3. Изменение растительного покрова и почв

Воздействие техногенных нагрузок на растительный покров в целом можно сравнить с действиями нерадивого садовода, обрезающего появляющиеся листья и формирующиеся почки. При этом исчезает основное свойство растительного покрова – устойчивость, т.е. способность сохранять свои свойства и, прежде всего, продуктивность во времени. Согласно современным взглядам, устойчивость растительного покрова зависит от способности противостоять изменениям среды и определяется, с известными оговорками, уровнем продуктивности и сложностью организации видовой, пространственной, временной и т. д. структуры растительных сообществ (Смит, 1985).

На практике такое положение определяет большую устойчивость прежде всего наиболее продуктивных сообществ образованных, если говорить о лесах, лиственными породами, и мхом произрастающими на наиболее богатых почвах. Взаимодействие лесов, в частности, с выбросами в атмосферу предприятий, осуществляется через развитую поверхность ассимилирующих органов – корней, листьев, в связи с чем в

наибольшей степени страдают, прежде всего, преобладающие в насаждении древесные породы, образующие основу фитоценоза. Если воздействие превосходит предел биологической устойчивости данного вида, происходит гибель организма. На основании, главным образом, лабораторных опытов бывшим Гослесхозом разработаны предельно допустимые концентрации основных загрязняющих веществ для растений. При этом использованы подходы, сходные с определением ПДК для человека. Выяснилось, что для древесных пород ПДК всех веществ оказались ниже в 2-10 раз. При поражении лесообразующей породы происходит вынужденная перестройка всего фитоценоза, хотя для остальных видов воздействие, возможно, и было незначительным. Существуют специальные шкалы устойчивости видов к определенным воздействиям, например, концентрации кислых газов. Газоустойчивость зависит от абсорбирующей способности прежде всего наименее устойчивых клеток ассимилирующих, генеративных и образовательных тканей. Насыщение их токсикантами определяется наличием соответствующих оболочек и временем экспонирования, а также температурой, давлением и пр. Наиболее восприимчивы молодые, только что образовавшиеся ткани. Проникшие в клетку вещества принято в зависимости от их действия подразделять на биогенные, индифферентные и токсичные (Кулагин, 1974; Ловелиус, 1979).

Хотя эта классификация и условна, т.к. в определенных условиях даже заведомые токсиканты могут стимулировать рост растений, например, некоторые тяжелые металлы в небольших концентрациях, небольшие дозы радиоактивного излучения. Для усредненных условий шкала газоустойчивости выглядит следующим образом – в порядке увеличения степени устойчивости – ель, сосна, лиственница, береза, осина, тополь. Подобная последовательность связана с листопадностью пород, сбрасывающих пропитанные токсикантами ткани и длительным временем контакта с атмосферой у хвойных.

Для оценки степени поражения отдельных растений и их сообществ существует система признаков, позволяющих достоверно судить о характере поражения. Чаще всего это ясно видимые изменения окраски, формы и размеров листьев, кроны, ствола, а также сам факт усыхания. Лишь катастрофические, достаточно резкие, изменения среды обитания приводят к быстрой гибели растений – значительные залповые выбросы в период интенсивного роста ассимиляционного аппарата, цветения и т. п. либо в период естественного ослабления в связи с засухой, длительным переувлажнением. Чаще дозы воздействия не приводят к полной гибели растения, вызывая частичный некроз тканей,

потерю хвои, веток и пр. Такие длительные воздействия в конечном счете вызывают потерю продуктивности и у древесных пород пропорциональное уменьшение запасов стволовой древесины. Уменьшается и время жизни каждого из деревьев и всего древостоя в целом. Таким образом, длительное воздействие антропогенных нагрузок вызывает преждевременное старение растений, приводящее к их ранней гибели. Темпы старения – распада зависят всецело от степени воздействия и могут отличаться от нормы (для сосны время жизни до 300 лет с максимальным накоплением древесины в 120-160 лет) в 2-3 и более раз.

На территории Кировского района можно выделить две основные причины гибели деревьев. Во-первых, это воздействие выбросов в атмосферный воздух и, во-вторых, изменение гидрологического режима. Последняя причина обычно проявляется на избыточно увлажненных почвах в кв.77 и 86. Близкое естественное залегание грунтовых вод, накладываясь на непродуманные инженерные решения, связанные со строительством трубопроводов, дорог, шламонакопителей, приводят к значительным колебаниям условий обитания корневых систем. При низком уровне грунтовых вод корнеобитаемый горизонт охватывает значительную толщу почвы. При резком его повышении, застойном увлажнении создается анаэробная среда, вызывающая гибель корневых систем и, естественно, гибель всего растения. И это происходит даже без учета наличия в воде токсикантов.

Хорошим индикатором неустойчивого гидрологического режима, резкого повышения уровня грунтовых вод является несоответствие растительности и почв, выражающееся в преобладании явно влаголюбивых растений в травяном ярусе (сфагновых мхов, осок, некоторых папоротников, тростника, камышей и пр.), при отсутствии неуспешного образоваться торфянистого горизонта и признаков оглеения почвенных минералов.

Воздействие промышленных выбросов на лес вызывает увеличение концентраций токсикантов в растительных тканях, хорошо фиксируемых на территории района химическими анализами. Так, в хвое сосны первого года жизни в районе ОАО «Галоген» обнаружено содержание фтора, превышающее фоновое до 100 и более раз, серы – в 3 раза. Причем наблюдается прогрессирующее увеличение концентраций фтора в течение последних лет с 0,1 мг/г до 0,3 мг/г. Процесс проникновения в клетку токсикантов может усиливаться при повышенных концентрациях поверхностно-активных веществ, например, продуктов и полупродуктов завода синтетических моющих средств. По-видимому,

именно стимулирующее воздействие выбросов этого предприятия привело к ускоренной гибели окружающих завод сосняков под действием выбросов рядом расположенного завода «Галоген».

Не совсем ясен механизм воздействия на растения тяжелых металлов. Некоторые из них обладают резко выраженным токсическим воздействием, другие входят в состав активных центров ферментов. Однако повышенные концентрации любых тяжелых металлов, по-видимому, оказывают воздействие на генетический аппарат, вызывая мутации, чаще приводящие к многочисленным уродствам в развитии растений, а также подавляют жизнедеятельность. В отличие от легких элементов, тяжелые металлы с трудом выводятся из организма, что приводит к их накоплению. Степень концентрации зависит от химических свойств элементов, так, стронций, являясь химическим аналогом кальция, легко замещает его в соответствующих соединениях, являющихся непременной частью некоторых запасаемых клеткой веществ, механических тканей.

Для многих элементов клеточные стенки являются непреодолимым барьером. Например, несмотря на повышенные концентрации в Кировском районе свинца, цинка, марганца, ртути в природных водах, пыли, оседающей на поверхность деревьев, их количество в древесине наблюдается на уровне фонового. Эти элементы концентрируются только на длительно экспонирующихся поверхностях, прежде всего на коре, ветках и листьях. Так, марганца в коре сосны, растущей в Закамске, накапливается в 10 раз больше, чем в контрольном сосняке, расположенном в 50 километрах от источников выбросов, цинка – в 70, ртути – в 10, свинца в 200 раз больше. Несколько меньше превышения концентраций металлов наблюдаются в хвое и подстилке, состоящей из опавшей хвои, мелких ветвей и надземных частей травянистых растений. Здесь превышения концентраций над контролем не более 2-5 раз, что связано с временем жизни хвои в 2-3 года, тогда как кора не меняется в течение всего срока жизни дерева. Значительное накопление на длительно экспонируемых поверхностях загрязняющих веществ приводит к гибели некоторых медленно растущих растений – лишайников и некоторых мхов, не переносящих соседства с промышленными предприятиями и являющихся прекрасными индикаторами хронического загрязнения. Так, на всей территории Кировского района упомянутые группы растений практически не встречаются. Значительные накопления тяжелых металлов в растительных тканях позволяют с большой уверенностью судить о загрязнении, поскольку достоверность определения более высоких концентраций этих элементов в растениях гораздо выше.

На рисунках 1.14, 1.15, 1.16 показано распределение территории ртути и кадмия, марганца, полученное по данным анализа хвои и коры.

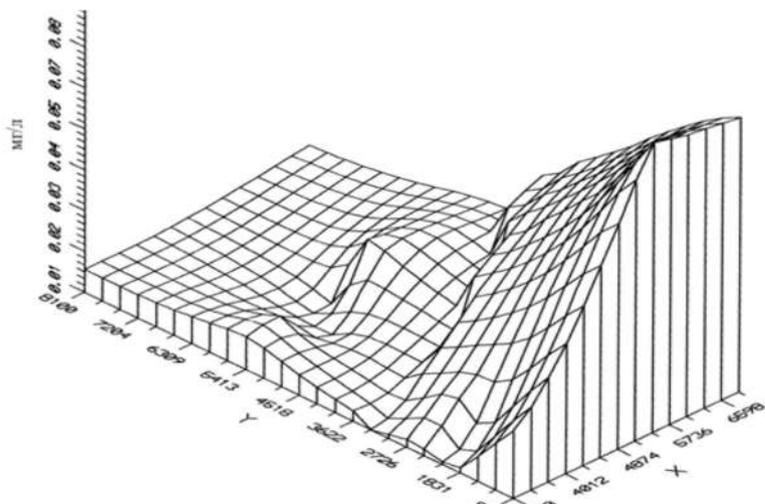


Рисунок 1.14 – Содержание кадмия в коре сосны (мг/л), где Y и X – координаты точек отбора проб (м)

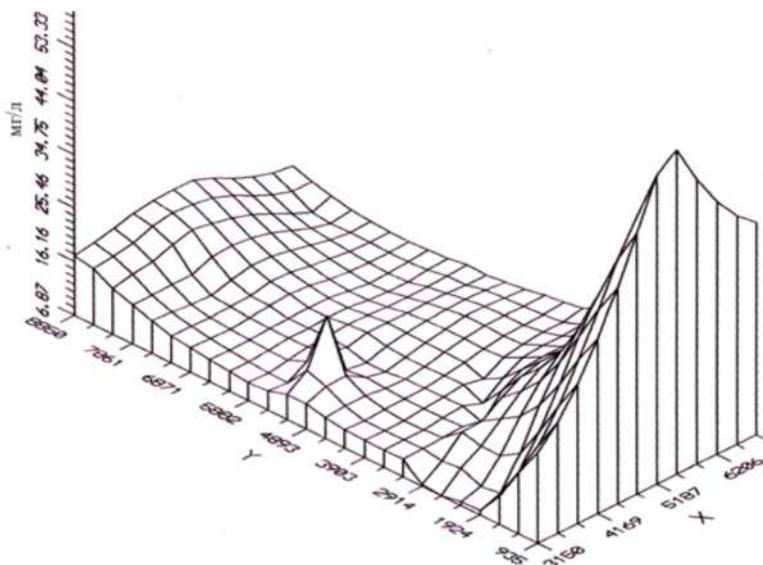


Рисунок 1.15 – Содержание ртути в коре сосны (мг/л), где Y и X – координаты точек отбора проб (м)

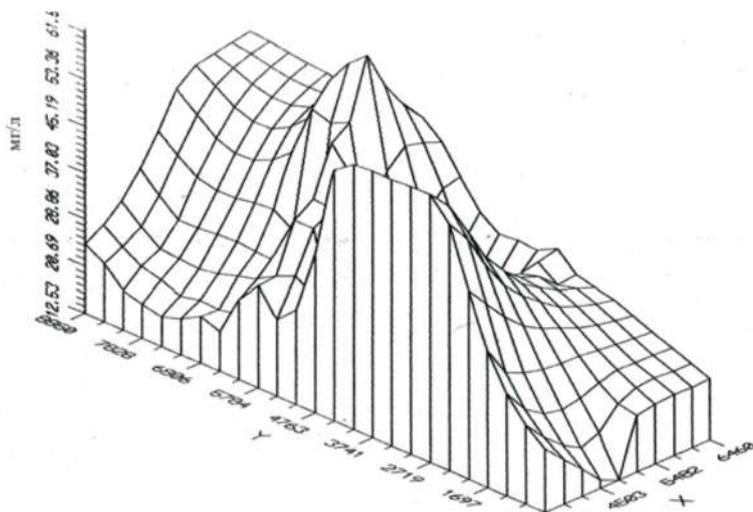


Рисунок 1.16 – Содержание марганца в хвое сосны (мг/л), где Y и X – координаты точек отбора проб (м)

Следует еще раз напомнить, что эти распределения отражают многолетнюю тенденцию распределения веществ по территории, связанную с подчас исчезнувшими источниками выбросов. Так, согласно официальным данным, выбросы ртути ОАО «Сорбент» были прекращены в середине восьмидесятых годов.

Чаще всего на территории района у деревьев можно встретить следующие признаки поражения промышленными выбросами: листья и хвоя светло-зеленые до желтой и полностью некротизированной – черной. Степень поражения, обычно оцениваемая процентом площади пораженного участка листа, может достигать 20-30. Повреждение листьев и хвои наблюдается, как правило, на ветках, обращенных к источнику выбросов и располагающихся в верхней части кроны. Время жизни хвои снижается до 1-3 лет. У лиственных пород развиваются мелкие почки, часто недоразвитые, большое их количество погибает. У хвойных верхушечные почки часто деформированы. Число почек в мутовке снижается до 2-3 штук. Прирост в высоту укорочен или не наблюдается. В некоторых случаях наблюдается сильное смолотечение и отмирание коры. Плодоношение отсутствует или образующиеся семена имеют пониженную жизнеспособность. Ослабленные растения подвержены грибным

инфекциям. Крона ажурная, изреженная, со значительным усыханием ветвей, суховершинная.

Как уже отмечалось, существенное ослабление растений приводит к потере продуктивности леса. На рис. 1.17 и 1.18 показан анализ хода роста конкретных древостоев сосны, примыкающих к ОАО «Галоген» и ОАО «Пермский завод моющих средств», расположенных на разном расстоянии от источников выбросов и испытывающих различные антропогенные воздействия. Изученные древостои одинаковы по происхождению и по условиям произрастания и относятся к наиболее типичному типу леса района – сосняку зеленомошнику. С момента возникновения эти сосняки имели одинаковые показатели до 60-х годов, когда на них стали воздействовать отрицательные техногенные факторы различной интенсивности. На первый древостой (В), непосредственно примыкающий к заводам, в 60 годы и позднее воздействовали выбросы ОАО «Галоген» и периодические низовые пожары. В результате сосняк практически распался к 1990 году. Нужно отметить, что это не первый участок погибшего леса. В начале и середине 80-х годов погибли насаждения, непосредственно примыкающие к промышленной зоне, исчезнувшие к моменту данного обследования. Наиболее памятна в этом смысле судьба сосняка на кладбище.

Сосновый древостой с литером Б расположен севернее погибшего (В) и меньше пострадал от промышленных выбросов и низовых пожаров, поскольку проникновение кислых газов было в значительной степени предотвращено существовавшей стеной леса, во-первых, перехватившего часть веществ, а во-вторых приподнявшего газопылевые облака над лесом, уменьшив количество попадающих на кроны веществ за счет их распределения на большей площади.

Третий древостой (А), хотя и находится в радиусе 5 км от источников выбросов, испытывал незначительные воздействия и его характеристики примерно соответствуют параметрам, известным для естественных насаждений, не испытывающих техногенных нагрузок. На представленных графиках можно видеть, что естественная спелость, момент накопления наибольшего запаса, наблюдается у сильно пораженного древостоя по крайней мере на 10 лет раньше, чем у контрольных. К 1990 году число живых деревьев у сильно пораженного древостоя было в 4 раза меньше, а запас составлял 28% от контрольного. Выявленная тенденция изменения параметров древостоя показывает, что сильно пораженный сосняк сократил общую продолжительность жизни по крайней мере на 50 лет при потере общей производительности на 21% от

контроля. Средне пораженный древостой уменьшит время жизни в случае сохранения, современной степени воздействия на 30 лет и общую производительность на 10%. Последнее представляется маловероятным, так как с исчезновением экранирующей стены леса количество вредных газов резко увеличится. В дальнейшем согласно прогнозам будет наблюдаться естественное ухудшение роста сосняков, связанное с наступлением неблагоприятного гидротермального режима – количество атмосферных осадков уменьшится, что в условиях провального водного режима на песках приведет к понижению жизнеспособности сосны.

Пространственное распределение пораженных древостоев в районе оценивалось по результатам сплошного лесопатологического обследования, итогом которого стала карта, представленная на рис. 1.19.

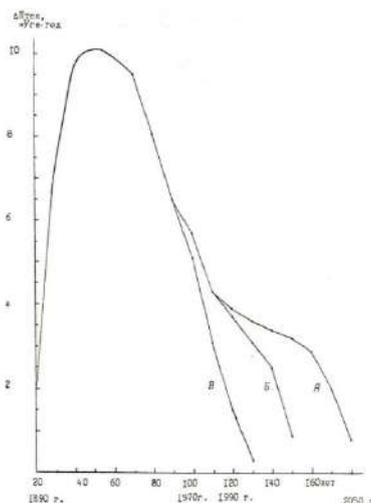


Рисунок 1.17 – Динамика полного текущего прироста стволовой древесины в коре ($\text{м}^3/\text{га}$ год) в древостоях: А – слабо пораженного, Б – средне пораженного, В – сильно пораженного

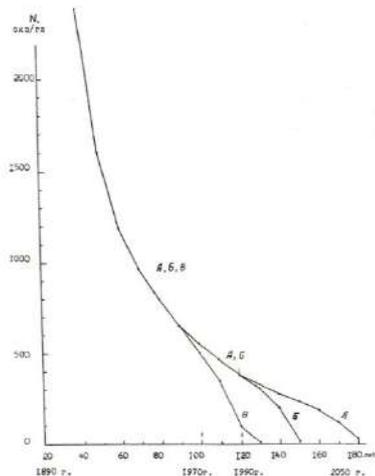


Рисунок 1.18 – Динамика числа живых деревьев (N) в древостоях (экз/га): А – слабо пораженного, Б – средне пораженного, В – сильно пораженного

При полевом лесопатологическом обследовании производился учет количества деревьев, имеющих ту или иную степень поражения. Согласно Санитарных правил, насаждения с преобладанием в своем составе погибших и сильно пораженных деревьев должны подвергаться санитарной рубке с целью предотвращения распространения возмож-

ных инфекций, не говоря уже об опасности травмирования людей в результате их падения. Такие древостои на представленной карте отнесены к 3 степени поражения. 2 степень поражения соответствует сильно и средне ослабленным насаждениям, 1 степень – слабо ослабленным. Здоровых насаждений на территории района не обнаружено.

Анализируя мозаику распределения древостоев по санитарному состоянию, на обследованной территории можно четко выявить зависимость состояния древостоев от дальности промышленной зоны – площадок к ОАО "Галоген" и ОАО «Пермский Завод моющих Средств». Причем, сопоставляя полученные данные с результатами частичного обследования по факту гибели сосняков в 1981-83 годах, следует отметить расширение зоны погибших и сильно ослабленных насаждений. Так, если в начале восьмидесятых годов сильно пораженные и усохшие насаждения были выявлены на площади 78 га, то ныне они встречаются на общей площади более 100 га. С целью оздоровления насаждений органы лесного хозяйства проводят санитарные рубки, удаляя погибшие деревья. Наибольшее количество древесины было вырублено в кварталах 78, 79, непосредственно примыкающим к промышленной зоне. Проводимые санитарные рубки позволяют предотвратить развитие вредителей и болезней леса и придают лесу более-менее благополучный вид, не ослабляют действие токсических веществ, усиленно проникающих под полог насаждений в связи с уменьшением густоты стояния деревьев. Прямая связь между наличием в хвое или других органах растений тех или иных токсикантов и санитарным состоянием отсутствует. Лучший результат дает применение техногенных нагрузок, представляющих сумму превышений концентраций всех токсикантов, находящихся в атмосфере. В зависимости от техногенных нагрузок принято выделять 4 зоны деградации насаждений:

1. зона ненарушенных насаждений, отсутствующая на обследованной территории,
2. зона повреждения – большая часть района,
3. зона разрушения насаждений – лесные массивы в радиусе 1-15 километров от промышленной зоны,
4. зона полной деградации – многочисленные пустыри и пустоши в радиусе 1 километра от промышленной зоны.

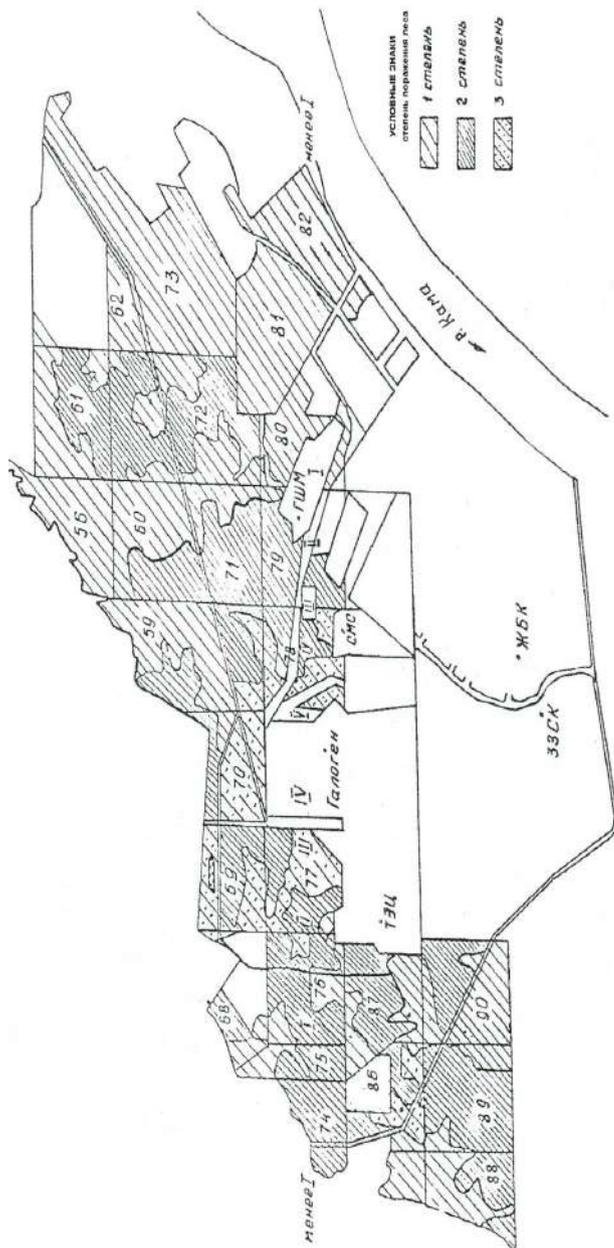


Рисунок 1.19 – Степень пораженности леса Кировского района г. Перми

Травянистая и кустарниковая растительность в отличие от древесной, как правило, подвержена меньшему воздействию со стороны вредных газов. Предел влияния газовых выбросов хорошо виден в зарослях кустарников с омертвевшей верхней частью кроны вблизи промышленной площадки завода «Галоген». Под действием движущегося газового облака происходит отмирание молодых ветвей, четко отграниченное высотой снежного покрова, предохраняющего побеги или другими управляющими движением воздуха факторами – строениями, плотной стеной леса или кустарника и пр. Собственно травы, по-видимому, не испытывают непосредственного негативного воздействия со стороны вредных газов. Во всяком случае анализ видового разнообразия на многочисленных учетных площадках, заложенных на обследованной территории, позволяют объяснить имеющую мозаику лесотипологической принадлежности конкретного участка, и также основными лимитирующими факторами: освещенностью, наличием источников поступления семян, внезапным изменением почвенного плодородия

Обычно можно наблюдать только уменьшение или увеличение доли каких-либо видов растений, в основном составляющих основу травостоя. Например, разрастание в распадающемся лесном массиве типичных для вырубок растений – иван-чая, вейника наземного, герани луговой, плотнокустовых злаков и пр. Однако в этих случаях существенного изменения флористического состава не происходит. Впрочем, некоторые виды однозначно реагируют на любую техногенную нагрузку, исчезая из растительного сообщества. Это прежде всего красиво цветущие представители семейства орхидных, лилейных и т.п. Семенное размножение у них затруднено, а вегетативные органы не способны противостоять механическим повреждениям, поэтому они страдают от сбора букетов, многочисленных посещений человеком, повреждающих их при ходьбе. Так, практически исчезли с территории Кировского района некогда встречавшиеся здесь лилия саранка, любка двулистная, гудайера ползучая, пыльцеголовник, прострел раскрытый (сон-травя) из семейства лютиковых и другие виды, ныне занесенные в многочисленные Красные книги.

Наиболее существенные изменения в травяном ярусе лесов произошли на территории центрального городского парка, высокая посещаемость которого привела практически к полному уничтожению некоторых слабоустойчивых к вытаптыванию видов: зеленых мхов, кустистых лишайников, таежного мелкотравья – брусники, черники, кислицы, линнеи северной, седмичника европейского, голокучника, медуницы неяс-

ной. Их место быстро заняли сорные и некоторые луговые растения, обладающие быстрым вегетативным ростом, большой семенной продуктивностью и, конечно, хорошо защищенными от вытаптывания побегами. Наиболее заметно распространение подорожника, малины, шиповника, крапины, плотно- и рыхло кустовых злаков – полевиц, щучки дернистой, пыреев. В отдельных, наиболее посещаемых местах парка можно наблюдать практически необратимые изменения растительного покрова, связанные всецело с уплотнением верхних почвенных горизонтов в результате вытаптывания. Причем это воздействие затрагивает и древесный ярус, вызывая ухудшение водного и минерального питания деревьев.

Одним из следствий высоких антропогенных нагрузок является значительное загрязнение почвы различными биогенными элементами. Во-первых, это многочисленные азотистые соединения, попадающие вместе с кислотными дождями и в конечном счете, после многочисленных превращений частично усвояемые растениями. Невостребованный растениями избыток, попадая в грунтовые воды, вызывает изменение их химического состава, а в открытых водоемах их эвтрофикацию с массой негативных последствий, связанных с цветением воды. Повышенное количество азота в почвах приводит к появлению растений нитрофилов и прежде всего крапивы.

В отличие от азота, фосфор в почву попадает с выбросам СМС в виде полифосфатов и концентрируется только вблизи промышленной площадки завода. При этом количество подвижного фосфора, доступного для растений, увеличивается в 4 раза. Полученный фосфор вовлекается в клетки обитателей почв и пока практически не покинул верхние почвенные горизонты, поскольку, особенно в нейтральной и слабокислой, среде он образует нерастворимые в воде соли, избыточные его количества накапливаются не ниже смытого горизонта. В целом повышение концентраций доступного азота и фосфора несколько улучшают минеральное питание растений и вызывают наблюдаемое в районе разрастание травяного и кустарничкового ярусов, что влечет за собой снижение привлекательности такого леса у населения и тем самым в какой-то мере регулирует негативные последствия от вытаптывания.

Глава 2. Здоровье населения

Согласно современным представлениям, нормальное функционирование организма человека тесно связано с окружающей средой. Известный русский физиолог И. М. Сеченов писал: «организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен, поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него». Между организмом и средой постоянно существует подвижное, изменяющееся, т. е. динамическое равновесие, нарушение которого может быть причиной его изменения.

Известно, что приспособление живого к изменяющимся условиям среды является одним из важнейших факторов эволюционного совершенствования видов. Границы возможных изменений природной среды по существу беспредельны, о чем свидетельствуют условия искусственной среды, созданной человеком для проживания в крупных городах. А диапазон приспособительных реакций, несмотря на всю их изменчивость, ограничен в пределах сформировавшихся возможностей. Последствие воздействия факторов среды на организм зависит от возможностей, обусловленных его генетической пластичностью. Кроме этого, человек вошел в социальную эволюцию генетически недостаточно адаптированным к длительным, хроническим, неадекватным воздействиям среды. Скорости приспособительных возможностей организма человека не всегда успевают за темпами изменения и преобразования природы. В случаях резкого изменения среды существование человека может стать невозможным.

В тех случаях, когда состояние окружающей среды меняется незначительно, биологическая ответная реакция организма заключается в активации (усилении) защитно-приспособительных реакций, которые способствуют сохранению равновесия, предупреждая развитие заболеваний. Вместе с тем длительное и значительное напряжение защитно-приспособительных механизмов может приводить к срыву и развитию острого или хронического заболевания.

Современный город влияет на все компоненты природной среды – воздух, почву, воду, растительность, ландшафты и микроклимат.

Человеку приходится жить в условиях скученности, воздействия шума, вибрации, электромагнитных полей различных частот и т.д. Все это не может не наложить отпечаток на состояние его здоровья. Исследования показали, что основными причинами ухудшения здоровья населения являются отрицательные влияния на него факторов окружающей

среды и неправильное отношение к своему здоровью. Так, по среднестатистическим данным (Лисицин, 1987) из всех факторов риска для здоровья на долю таких патогенно-значимых, как загрязнение воздуха, воды, почвы, повышенные гелиокосмические, магнитные и другие излучения, приходится примерно 17-20% (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Группировка факторов риска (по .П.Лисицыну,1987)

Сфера	Значение для здоровья, примерная закономерность, %	Группы факторов
Образ жизни	9-53	Курение, употребление табака, несбалансированное неправильное питание, употребление алкоголя. Стрессовые ситуации. Гиподинамия Плохие материально-бытовые условия. Потребление наркотиков, злоупотребление лекарствами. Непрочность семей, одиночество. Низкий образовательный и культурный уровень. Чрезмерно высокий уровень урбанизации.
Генетика, биология человека	18-23	Предрасположение к наследственным и дегенеративным болезням
Окружающая среда, природно-климатические условия	17-20	Загрязнение воздуха и воды, почвы. Резкие смены атмосферных явлений. Повышенные гелиокосмические, магнитные и другие излучения.
Здраво охранение	80-010	Неэффективность профилактических мероприятий. Низкое качество, несвоевременность медицинской помощи.

Таким образом, окружающая среда в значительной мере определяет здоровье человека, которое является своеобразной формой отражения организмом условий его развития. Здоровье оценивается по ряду показателей: демографических (рождаемость, смертность, средняя продолжительность жизни и т.д.), заболеваемости, физическому развитию всего населения или отдельных групп, инвалидизации.

Наиболее часто зависимость показателей здоровья от загрязнений окружающей среды выявляется на детском контингенте в связи с тем, что растущий организм с высоким обменом веществ более восприимчив

к воздействию любых неблагоприятных факторов, включая токсические соединения. Кроме того, отсутствие влияния на здоровье профессии, привычек, организованность детских коллективов и их медицинское обслуживание, возможность учёта условий за короткий срок, облегчают подбор групп и вычленение возможного неблагоприятного действия загрязнений окружающей среды.

В связи с этим в Кировском районе проводилось изучение, состояния здоровья детского населения.

2.1. Состояние здоровья детского населения

Численность всего населения района составляет 130798 человек, в том числе детского 27150 человек или 20,7%. Для изучения общей заболеваемости детей использованы все случаи обращения детей за медицинской помощью по поводу заболевания в детские поликлиники района. В результате определены показатели распространенности общей заболеваемости, частоты отдельных видов патологии и структура общей заболеваемости. Установлено, что в Кировском районе в период исследований зарегистрировано 1737,3 заболеваний на 1000 детей, что выше, чем в Индустриальном, Мотовилихинском районах и в целом по Перми. Внутри района распространенность общей заболеваемости неодинакова. Так, наиболее высокие показатели общей заболеваемости зарегистрированы в микрорайоне поликлиники № 1 и поселка «Победа» (1757,8 заболеваний на 1000 детей), наименьший – в поселке «Крым» (1181,6), среднее положение занимает поселок «Судозавод» (1282,0). В структуре общей заболеваемости 94,8% всех случаев приходится на болезни органов дыхания (74,5%), болезни нервной системы и органов чувств (9,9%) и острые инфекционные болезни (5,9%) (рис. 2.1). Это явно ненормальное явление свидетельствует о большой степени плотности структуры заболеваемости и её однородности с одной стороны, а с другой позволяет предположить действие единых повреждающих факторов для всех детей регион.

При анализе частоты распространенности отдельных видов патологии обращает на себя внимание, что класс болезней органов дыхания представлен в основном, острыми заболеваниями верхних дыхательных путей (ОРВИ, ринит, фарингит, бронхит), на долю которых приходится 63,2 %.

Среди инфекционных заболеваний ведущее значение имеют кишечные инфекции (68%), среди болезней нервной системы и органов

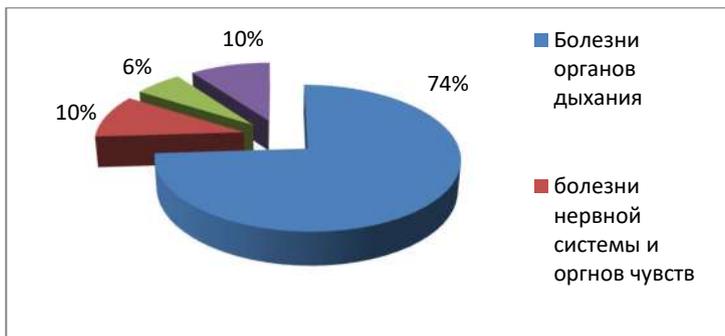


Рисунок 2.1 – Структура общей заболеваемости детей Кировского района

чувств отмечается высокий уровень распространенности острых конъюнктивитов.

Значительную распространенность имеют и аллергические заболевания – 42,2 заболеваний на 1000 детей, это в 1,5-2 раза выше, чем в других районах города (Индустриальный – 30,2, Мотовилихинский – 20,7, Ленинский – 11,5). В их структуре отмечены дерматиты (68,4%), нейродермиты (8,5%) и бронхиальная астма (7,1%) (рис. 2.2). Из общего числа зарегистрированных заболеваний 40,5% приходится на детей младшего возраста (0-4 года), показатель частоты заболеваний на 1000 чел. детей до 1 года составляет 46,5-66,7. Это чрезвычайно высокие показатели.

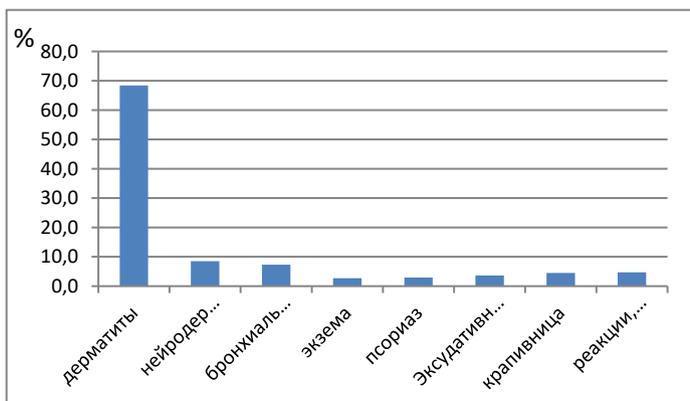


Рисунок 2.2 – Структура аллергических заболеваний детей Кировского района (%)

В распространенности аллергических заболеваний чётко проявляется сезонный характер, с пиками подъема заболеваний в январе, марта, апреле, мае и октябре (рис. 2.3).

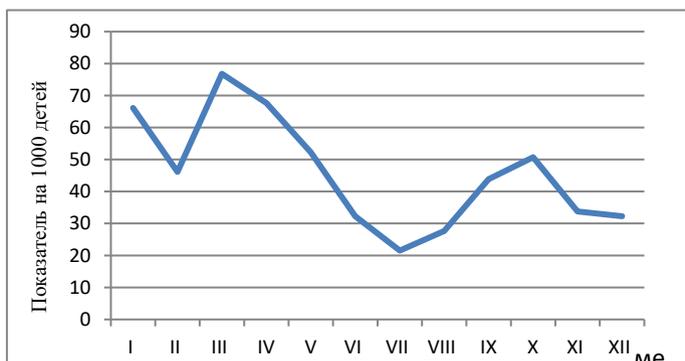


Рисунок 2.3 – Сезонный характер распространения аллергических заболеваний среди детей Кировского района г. Перми (показатель на 1000 детей)

В Кировском районе, как и в целом по Пермскому краю, часто регистрируются случаи врожденных аномалий развития у детей (ВПР). Изучение динамики распространенности выявило тенденцию к росту. Так, в 1977г. общая частота ВПР составила 14,2 на 1000 новорожденных, в 1988 г – 16,7; в 2000г.– 24,9, а за период за период 2000–2015 гг. в Пермском крае общая частота ВПР составила 33,87%, что в 1,5 раза превышает средний показатель частоты ВПР в Российской Федерации (21.9%, $p=0,0001$) (Апатова, Маклакова и др., 2018).

В классе болезней костно-мышечной системы обращает на себя внимание частота болезней Шлеттера (остеопатия) – 1,7%. Они составляют 27,2% от всех болезней костно-мышечной системы и в других районах города не отмечаются.

2.2. Влияние экологического состояния территории на уровень заболеваемости детского населения

Является ли причиной заболеваний детей Кировского района загрязнение атмосферного воздуха? Из уже рассматриваемой ранее посылки вытекает, что являясь показателем устойчивости, заболеваемость зависит от баланса вещества и энергии в организме. Человек не может

жить без обмена веществ с окружающей средой и во многом от нее зависит. Поэтому можно утверждать, что чем больше загрязнена среда, тем выше заболеваемость проживающих в ней людей. Наиболее высокий уровень заболеваемости выявлен в зонах загрязнения № 4 (1573 случая на 1000 детей), № 9 (1543) и № 10 (1550,5), расположенных в центре Кировского района в юго-западной части его основного жилого массива (рис. 1.6). Показатели заболеваемости детей по зонам загрязнения атмосферного воздуха представлены на рисунке 2.4.

Установлена зависимость высокой степени между показателями общей заболеваемости и содержанием в атмосфере угольной пыли, пыли предприятия горно-шахтного машиностроения; болезнями нервной системы и органов чувств, в том числе нарушением остроты зрения, острым конъюнктивитом и количеством фтористых соединений; болезнями кожи, подкожной клетчатки и пылью ГШМ; аллергическими болезнями кожи и окисью марганца. Высокая степень связи установлена и между болезнями органов дыхания и пылью песка, извести, угольной пылью; болезнями мочеполовой системы и угольной пылью.

Зависимость высокой степени выявлена и между заболеваниями и загрязнением воздуха пылью синтетических моющих средств. Установлено, что в формировании аллергической патологии пыль СМС играет значительную роль в четвертой зоне, а в девятой и четвертой определяет заболеваемость бронхиальной астмой при малой связи в целом по району. Здесь установлена и более высокая, чем по району в целом, зависимость между распространением анемий и пылью СМС.

Обращает на себя внимание, что в зонах с наиболее высоким уровнем загрязнения (№ 4, 9, 10) установлена и тесная зависимость между содержанием фтористых соединений и числом анемий (в зонах 4 и 9), болезней мочеполовой системы и органов пищеварения (зона 4), болезней кожи и подкожной клетчатки, в том числе аллергической природы (зона 10). Выявлена связь средней силы между числом врожденных пороков и содержанием в воздухе фтористых соединений в зонах 4 и 10.

Исследования, проведенные учеными мединститута и врачами центра санитарно-эпидемиологического надзора района, показали, что аэрогенная химическая нагрузка как опосредованно (через заболеваемость), так и непосредственно, оказывает существенное влияние на формирование, поствакцинального противодифтерийного,

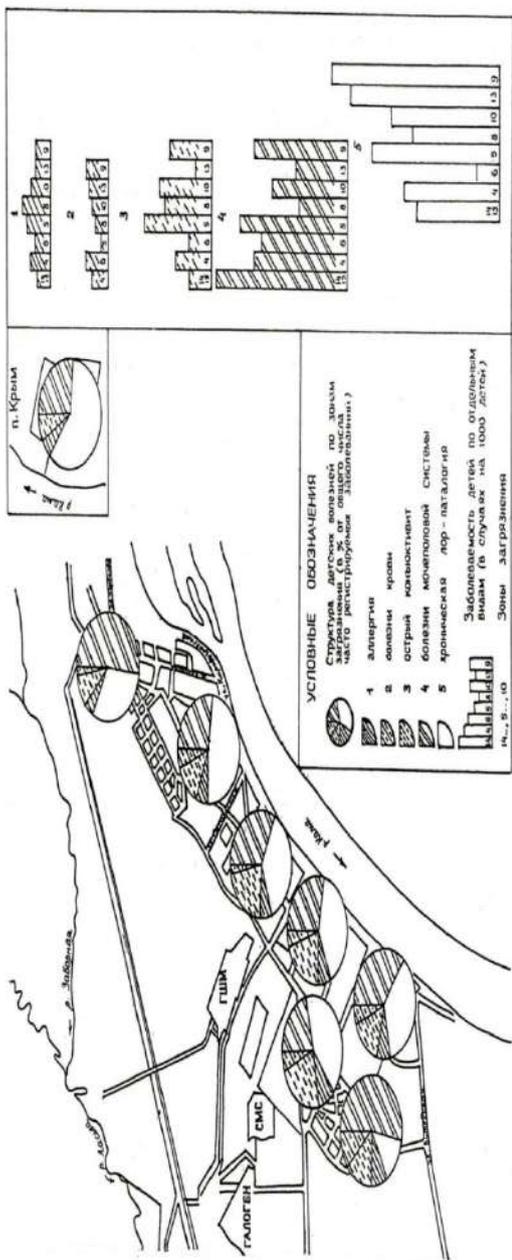


Рисунок 2.4 – Показатели заболеваемости детей по зонам загрязнения атмосферного воздуха

противостолбнячного и противокорревого иммунитета у детей старшего дошкольного возраста. Наиболее низкие показатели поствакцинального иммунитета были выявлены у детей, проживающих в 9 и 10 зонах. При этом на формирование противодифтерийного, противостолбнячного иммунитета в большей степени оказывал влияние уровень общей заболеваемости и в меньшей степени уровень суммарного загрязнения воздуха. На формирование же противокорревого иммунитета у детей влияет загрязнение воздуха. Влияние же заболеваемости на показатели противокорревого иммунитета не установлено.

В связи с наличием в выбросах промышленных предприятий галлоид-органических соединений, неорганического брома и других галогенов изучена распространенность гиперплазии щитовидной железы у школьников. Гиперплазия (увеличение) щитовидной железы изучалась потому, что, по имеющимся данным, бром и его органические производные оказывают влияние на функцию щитовидной железы, а высокий уровень загрязнения воздуха – на гормональный статус. Кроме того, геохимическая ситуация в Западно-Уральском регионе характеризуется дефицитом йода и способствует широкому распространению увеличения щитовидной железы.

Нарушения в состоянии здоровья были выявлены при проведении целевых медицинских осмотров школьников – подростков 12-14 лет поселка «Крым» и микрорайона «Победа».

Результаты исследований свидетельствуют о значительном распространении гиперплазии щитовидной железы у школьников всех возрастов, как среди девочек, так и среди мальчиков. Причем показатели у детей Кировского района значительно выше, чем в Ленинском. Так, увеличение щитовидной железы отсутствовало примерно у 21% девочек и 50% мальчиков в Кировском районе (в Ленинском – 34,3% и 62,2%).

Наиболее выраженная форма неправильного развития (2-3 степени) отмечалась в возрасте 14-17 лет, но во всех случаях имело диффузный характер без нарушений функции щитовидной железы.

При медицинском осмотре выявлен синдром вегетативной дистонии по гипертоническому типу у 23,4% мальчиков и 20,5% девочек, отклонения артериального давления от возрастных норм у 48,7% девочек и 62,9% мальчиков, дисгармоничное развитие вторичных половых признаков – у 14,8% девочек и 21,2% мальчиков. Данные нарушения свидетельствуют о выраженной дисфункции системы гипоталамус – гипофиз – надпочечники – гонады у подростков, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха химическими соединениями, особенно галогенов.

Представленные данные состояния здоровья детей Кировского района свидетельствуют о существенных изменениях в детском организме, что в значительной степени определяется неблагоприятными условиями окружающей среды обитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экологическая ситуация на территории Закамска формируется под воздействием крупных промышленных предприятий, функционирующих, главным образом, в пределах Кировского района г. Перми. В результате сброса сточных вод, промышленных газообразных выбросов и т.п. загрязняются основные компоненты окружающей среды – поверхностные и подземные воды, атмосферные осадки, почвы, растительность, в сфере действия которых происходит жизненная деятельность человека. Они тесно взаимосвязаны между собой как во времени, так и в пространстве. Поэтому нарушения в одной из природных сред вызывают соответствующие изменения в другой. Так, атмосферные осадки чутко реагируют на загрязнение воздушной среды. Вместе с подземными водами они представляют две разные, но наиболее тесно связанные системы, влияющие на устойчивость природного ландшафта в целом. Изучение миграции ингредиентов загрязнения в различных сферах позволяет лучше познать процессы и основные пути массопереноса в атмосфере, водной среде, почве, растениях для постановки действенных природоохранных мероприятий.

Проведенные исследования показали, что аэрогенная химическая нагрузка оказывает существенное влияние на состояние здоровья детского населения. В наиболее загрязненных районах выше уровень общей детской заболеваемости, значительное, по сравнению с другими районами города, распространение гиперплазии щитовидной железы у школьников, отклонения артериального давления от возрастных норм, дисгармоничное развитие вторичных половых признаков девочек и мальчиков. Данные нарушения свидетельствуют о выраженной дисфункции системы гипоталамус – гипофиз – надпочечники – гонады у подростков, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха химическими соединениями,

Для составления дальнейших прогнозов изменения окружающей среды, обоснования предельно-допустимых геоэкологических нагрузок, создания опережающей схемы ее рационального использования и эффективной охраны, необходимо создание мониторинга окружающей среды, как системы долговременных наблюдений за естественными и техногенными изменениями. Такие исследования дадут полное представление о состоянии основных компонентов среды (воздуха, подземных и поверхностных вод, почв и подстилающих их горных пород, растительности) и факторах, определяющих это состояние. Компоненты и

факторы формируют условия внешней среды, в которых проживает человек, и оказывают непосредственное влияние на его здоровье.

На современном этапе исследования совершенно бесспорным средством улучшения окружающей среды является совершенствование технологии производственных процессов с целью уменьшения или полной ликвидации вредных стоков и выбросов. Перевод производств на безотходные и малоотходные технологии возможен и особенно необходим при современной структурной перестройке производства, конверсии, несмотря на известные трудности. Очень важно в это сложное время не упустить из виду главную цель любого производства – улучшение качества жизни людей, и, конечно, собственных работников и жителей прилегающих городских районов, страдающих как от «плановых», так и залповых выбросов. Последние должны быть полностью исключены, что, по нашему мнению, зависит, прежде всего, от экологической грамотности работников производств. Разработка многочисленных дополнительных и просто мероприятий по сокращению выбросов веществ в атмосферу, коллекторы сточных вод и пр. могут дать результаты только при четкой организации всего технологического цикла и согласованной работе контрольных органов. Сбор четкой, объективной информации по содержанию выбросов во всех средах и работе технологических линий является главной задачей природоохранных органов. Следует расширить сеть контрольных постов, особенно за подземными водами вблизи действующих крупных накопителей сточных вод и твердых отходов.

Любое новое строительство промышленных объектов должно осуществляться после тщательной экологической экспертизы, поскольку появление новой антропогенной нагрузки может стать последней каплей, переполнившей чашу терпения природных сообществ и человека.

Поскольку в ближайшей перспективе переход всех производств на безотходные технологии практически невозможен и часть отходов будет выбрасываться в окружающую среду, необходимо производить расчет возможных нормируемых выбросов, исходя из емкости природной среды. Газопылевые выбросы оседают на поверхности растений, жидкие стоки очищаются гидробионтами и оседают на дно водоемов. После специальных исследований возможен расчет емкости поглощения экосистем и определение количества тех или иных веществ, которые могут быть выброшены без ущерба для живых организмов. Первоочередными задачами по сохранению лесных массивов, практически единственных четко работающих фильтров и источников чистого воздуха,

является реконструкция лесных насаждений. Необходимо вырубать сухостой, производить корчевку пней, уборку мусора, посадку подпологовых культур, посев трав, внесение удобрений. В санитарно-защитных зонах необходимо произвести рекультивацию земель с внесением больших доз органических удобрений, планировкой территории с созданием культур древесных пород, устойчивых к выбросам. На избыточно увлажненных участках необходимо провести реконструкцию существующей мелиоративной сети или создать новую. Около трети всего количества выбросов дает транспорт. Общеизвестны первоочередные меры по снижению негативного влияния транспортных средств. Это снижение количества выхлопов у автомобилей за счет регулировки двигателей, применения специальных присадок, катализаторов и пр. И, во-вторых, регулирование транспортного потока за счет строительства объездных дорог, улучшения качества их строительства и ремонта, перевода пассажирских перевозок на электротранспорт.

Принято выделять четыре степени воздействия техногенных нагрузок:

- порог чувствительности, при котором экосистема и человек ощущают первые симптомы ухудшения своего состояния;
- порог токсичности, вызывающий снижение продуктивности экосистем и многочисленные хронические заболевания человека;
- порог устойчивости, за пределами которого происходит разрушение связей в экосистемах, гибель отдельных видов, резкое увеличение смертности населения;
- порог выживания, связанный с гибелью экосистем.

В каждом конкретном случае трудно установить степень воздействия техногенной нагрузки на тот или иной компонент экосистемы или здоровье населения, поскольку слабо изучено "нормальное" состояние окружающей среды, особенно здоровье населения, на которое, помимо природных, оказывают влияние и социальные факторы.

За рамками исследования остались вопросы трансформации загрязняющих веществ, расчета баланса, поступление, вынос, консервация, моделирования распределения загрязнений по территории района при авариях и их влияния на основные компоненты среды и здоровье. Не затронуты вопросы длительных изменений природной среды в результате слабых воздействий, улучшения технологии производства, утилизации отходов. Не рассматривалось влияние качества среды на здоровье различных социальных и возрастных групп населения и многое другое.

Список литературы

1. Административно-территориальное деление Пермского края. Карта по районам: Виртуальный туризм – [Электронный ресурс]. – URL: <https://virtune.ru/permskij-kraj-rajony/>
2. Алаев Э. Б. Социально-экономическая география. Понятийно-терминологический словарь / Э. Б. Алаев. – М.: Мысль, 1983. – 290 с.
3. Арманд А. Д. Исследование основных механизмов устойчивости и изменчивости геосистем / А. Д. Арманд // Факторы и механизмы устойчивости геосистем. – М., 1989. – С. 81-93.
4. Астафьев В. А. Оценка эпидемиологической ситуации по дифиллоботриозу в Пермском крае / В. А. Астафьев, В. И. Кулешова, А.В. Духанина // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2012. №2 (84), Часть 2. – С.71-74.
5. Атлас Пермского края /Под общей редакцией А.М. Тартаковского. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. -124 с.
6. Афанасьева М. В. Гранулоцитарный анаплазмоз человека: особенности клинических проявлений в России / М. В. Афанасьева [и др.] // Инфекционные болезни. – 2006. – Т. 4, № 2. – С. 24-28.
7. Бакуменко Л. П. Интегральная оценка качества и степени экологической устойчивости окружающей среды региона (на примере Республики Марий Эл) / Л. П. Бакуменко, П. А. Коротков // Прикладная эконометрика, 2008. – №1(9). – С.73–92.
8. Бердник О. В., Серых Л. В., Атамонов М. Ю. Показатели популяционного и индивидуального риска при оценке влияния факторов окружающей среды на здоровье детского населения // Гигиена и санитария. – 2001. – № 5. – С. 94–96.
9. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем – Критический обзор. // Исследования по общей теории систем: Сборник переводов / Общ. ред. вст. ст. В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина. – М.: Прогресс, 1969. С. 28.
10. Васильченко А. И. Экономическая безопасность региона на примере Пермского края / А. И. Васильченко // Инновационное развитие и модернизация экономики России и зарубежных стран: материалы I международной научно-практической конференции молодых ученых. – Пермь: Издательство Научная общественная организация «Профессиональная наука», 2017. – С.27-40.
11. Витченко А. Н. Оценка экологического состояния территории Беларуси / А. Н. Витченко, М. Н. Брилевский, Е. В. Морозов // Актуальные проблемы геоэкологии и ландшафтоведения: сб. науч. ст. Вып.

2; редкол.: А. Н. Витченко (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2015. – С. 17-20.

12. Влияние предприятий химической промышленности на окружающую среду: URL: https://spravochnick.ru/ekologiya/ekologicheskie_problemy_razlichnyh_otrasley_promyshlennosti/vliyanie_predpriyatiy_himicheskoy_promyshlennosti_na_okruzhayuschuyu_sredu/

13. Войтеховская Е. В. Индекс устойчивого развития регионов как инструмент оценки результатов стратегии устойчивого развития / Е.В. Войтеховская // Актуальные проблемы и перспективы развития государственной статистики в современных условиях: материалы II международной научно-практической конференции, посвященной памяти начальника ЦСУ РСФСР с 1970 по 1985 годы Александра Павловича Дрючина. – Саратов: Издательство: Саратовский социально-экономический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова», 2016). – С. 20-25.

14. Волгин А. Р. Современные аспекты проблем клещевого энцефалита: эпидемиологический процесс, диагностика, профилактика / А.Р. Волгин, Е. П. Лукин, Н. И. Ляшенко // Военно – медицинский журнал, 2007. – № 5. – С. 48 – 57.

15. Воробьева Н. Н. Клиника, лечение и профилактика иксодовых клещевых боррелиозов / Н. Н. Воробьева. – Пермь, 1998. – 132 с.

16. Воронов Г. А. Медицинская география / Г. А. Воронов // Выпуск 1: Общие вопросы. – М., 1981. – 161 с.

17. Гичев Ю. П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека (Печальный опыт России) / Под ред. А. В. Яблокова М. Новосибирск, 2002.– 229 с.

18. Глушкова В. Г. Экономика природопользования: учебник для академического бакалавриата / В. Г. Глушкова, С. В. Макара. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2016. – 450 с.

19. Голодковская Г. А., Елисеев Ю. Б. Геологическая среда промышленных регионов. М., 1989.

20. Гольдберг В. М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. Л., 1987.

21. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае» в 2014-2019 годах.– http://59.rosпотребнадзор.ru/c/document_library/get_file?uuid=4fcf4df8-7f07-42af-a4b2-5fb5e374c7b6&groupId=10156

22. Громашевский Л. В. Общая эпидемиология / Л. В. Громашевский. – М.: Медгиз, 1949. – 320 с.
23. Даутов Ф. Ф. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на аллергическую заболеваемость детей в крупном промышленном городе / Даутов Ф. Ф., Хакимова Р. Ф., Юсупова Н. З. // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 10-12.
24. Двинских С. А. Возможности использования системного подхода в изучении географических пространственно-временных образований / С. А. Двинских, Г. В. Бельтюков. – Иркутск: Изд-во Иркут.ун-та, 1992. – 245 с.
25. Двинских С.А. Водные объекты и их роль в формировании экологической обстановки города Перми: учеб. пособие для учителей средних учебных завед., студ. вузов/ С. А. Двинских, А. Б. Китаев, Т. В. Зуева, И. В. Шукова; Перм. гос.ун-т.– Изд. 2-у, перераб. и доп. – Пермь, 2008. – 175 с.
26. Двинских С. А., Девяткова Т. П., Бельтюков Г. В., Китаев А.Б., Морозова Г. В., Черных Е. А. Водные объекты и их роль в формировании экологической обстановки города Перми. – Пермь, 2001. – 136 с.
27. Двинских С. А., Дьяков М. В., Китаев А. Б., Рочев А. В. Водоснабжение города Перми: проблемы, пути решения // Водное хозяйство России, 2007. №7. С.55-65.
28. Двинских С. А. Концепция индекса экологического благополучия города / С. А. Двинских, И. С. Копылов // Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Печеркинские чтения: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию профессора И. А. Печеркина. – Пермь: Изд-во Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – С. 75-86.
29. Двинских С. А. Социально-экологическое районирование как метод оценки остроты экологических проблем территории / С. А. Двинских Т. В. Зуева, Е. А. Зеленина // Ползуновский вестник, 2011. – № 4-2. – С. 15-19.
30. Двинских С. А. Экологическая ситуация как условие формирования здоровья населения (монография) / С. А. Двинских, Т. В. Зуева, А. В. Минкина; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2016. – 271 с.: ил. LAP LAMBERT Academic Saarbrucken, 2016. – 575 с.
31. Двинских С. А., Зуева Т. В. Медико-социально-экологическая ситуация Пермского края/ Проблемы прикладной и региональной

географии.: материалы Всероссийской научно-практической конф.– Ижевск, 2012.– С.110-119.

32. Девятков М. Ю. Значение акарицидных обработок в профилактике клещевого энцефалита / М. Ю. Девятков, Л. Я. Горбань, И. В. Фельдблюм // Эпидемиология и инфекционные болезни, 2006. - №1. – С. 32-36.

33. Девяткова Т. П. Сущность системной методологии и возможность ее применения в гидрологических, геоэкологических и природоохранных исследованиях / Т. П. Девяткова // Современные географические исследования: сб. тр. ученых геогр. ф-та. – Пермь, 2006. – С. 49-71.

34. Девяткова Т. П., Оборин М. С. Опыт создания особо охраняемого природного объекта на курортно-рекреационной территории / Т. П. Девяткова, М. С. Оборин // Географический вестник. – 2009. – № 3. – С.1-9.

35. Демографический энциклопедический словарь / под ред. Д. И. Валентей. – М.: Сов. энцикл., 1985. – 608 с.

36. Егоренков Л. И., Кочуров Б. И. Геоэкология: Учебное пособие – М.: Финансы и статистика, 2005. – 320 с.

37. Зиновьева И. С. Современные пути устойчивого развития лесного сектора в России // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2008: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Т. 10. Экономика. – Одесса: Черноморье, 2008. – С. 73-75. Камское бассейновое водное управление Федерального агентства водных ресурсов. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://kambvu.ru/> (дата обращения 12.11.2019).

38. Зеленина Е. С. Характеристика распространения заболеваемости природно-очаговыми болезнями на территории Пермского края / Е.С. Зеленина // Географический вестник, 2010. – №3. – С. 70-76.

39. Зыкова Н. Ю. Методы математической обработки данных психолого-педагогического исследования: Учебное пособие для вузов / Н.Ю. Зыкова, О. С. Лапкова, О. С. Хлоповских. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – 84 с.

40. Каплина С. П. Комплексная оценка экологического состояния г. Дубны Московской области /С. П. Каплина, И. З. Каманина // Экология урбанизированных территорий. – № 2. – 2017. – С.30-35.

41. Капустин В. Г. О физико-географическом районировании Свердловской области / В. Г. Капустин // Географические исследования на Урале и проблемы методики обучения географии: сборник научных трудов. – Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т., 2009. – С. 11-29.

42. Каранда А. В. Экологическая политика: понятие, виды, принципы // Молодой ученый. 2020. № 3 (293). С. 352-354. Международный независимый эколого-политический университет «Россия в окружающем мире».

43. Катаев В. Н., Щукова И. В. Подземные воды города Перми. – Пермь, 2006. – 146 с.

44. Кислотность почвы. – URL: https://www.promgidroponica.ru/vsjo-o-gidroponike/kislotnost_pochvy

45. Кологоров А. И. Эпидемиологическая ситуация по природно-очаговым и зоонозным инфекциям в Приволжском и Уральском федеральных округах в 2000-2009 гг. и прогноз её развития в 2010 г. в субъектах курируемых РО НИП / А. И. Кологоров, Л. Н. Дмитриева и др. // Проблемы особо опасных инфекций, 2010. – №104. – С 5-10.

46. Комлев А. М., Черных Е. А. Реки Пермской области / А. М. Комлев, Е. А. Черных. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1984. – 213 с.

47. Коренберг Э. И. Алгоритм диагностики заболеваний, передающимися иксодовыми клещами / Э. И. Коренберг, Н. Н. Воробьева, В. И. Фризен, О. Н. Сумливая, М. В. Афанасьева, Л. М. Наумова // Медицинская паразитология и паразитарные болезни, 2008. – № 4. С. 33 – 36.

48. Коренберг Э. Н. Природная очаговость болезней: Исследования института Гамалея РАМН / под ред. проф. Э. Н. Коренберга. – М.: Русаки, 2003. – С. 99 – 121.

49. Коробкин В. И. Экология: учебник. Изд. 11-е допол / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 603 с.

50. Косолапов В. П. Влияние социально-экономических факторов и образа жизни на здоровье населения в Воронежской области / В. П. Косолапов, Г. В. Сыч, Н. П. Куприна, Г. В. Ласточкина, М. Л. Жидков // Гигиена и санитария, 2016. – Т. 95. – №5. – С.445-449.

51. Крайнов С. Р., Закутин В. П., Соломин Г. А. Соединения азота в подземных водах хозяйственно-питьевого назначения. М., 1989.

52. Критерии и методы. Критерий Спирмена. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://medstatistic.ru/methods/methods9.html/> (дата обращения 12.02.2021).

53. Кузьминова Р. Г. Географические предпосылки болезней с природной очаговостью и их проявление на территории Коми-Пермяцкого автономного округа. Барнаул, 1999.

54. Кузьминова Р. Г. Ландшафтные особенности Коми – Пермяцкого автономного округа в связи с природной очаговостью болезней

человека / Вопросы физической географии и геоэкологии Урала: межвуз. Сб. научн. Тр./ Перм. Ун-т. – Пермь, 2006. – 170.) и др.

55. Кузьмина Р. Г., Лядова Н. Л. Ландшафтные особенности очагов клещевого энцефалита в Пермском районе / Вопросы физической географии и геоэкологии Урала: Межвуз. сб. науч. тр./ Перм. ун-т. – Пермь, 2002. – С. 78-83.

56. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда. М., Наука, 1974.

57. Куролап С. А. Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды / С. А. Куролап. – Воронеж: ВГУ, 2006. – 220 с.

58. Лисицын Ю. П. Общество и здоровье человека. М., 1970.

59. Лесной план Пермского края на 2018-2027. – [Электронный ресурс]. – URL: [https://prioda.permkrai.ru/timberraw/les_plan](https://priroda.permkrai.ru/timberraw/les_plan) (дата обращения 13.07.2020).

60. Лобанова Е. В. Экологическая ситуация в Пермском крае и направления деятельности по ее улучшению / Е. В. Лобанова // Экологическая политика: проблемы и перспективы: материалы VI межвузовской студенческой научно-практической конференции. – Пермь, 2018. – С. 106-111.

61. Ловелиус Н. В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Л., Наука, 1979.

62. Максимович Г.А. Химическая география вод суши. М., 1955.

63. Малеев К. И., Бельтюков Г. В., Двинских С. А., Зуева Т. В., Безгодов В. Н. Закамск: Экология и здоровье. – Пермь, 1993.

64. Малеев К. И., Дерягин В. Т., Шеванюк И. Л., Данилов М. А., Алесенков Ю. М. Лесные культуры и состояние лесовосстановление в Пермской области // Лесное хозяйство. – 1998. – №2.

65. Малхазова С. М. Окружающая среда и здоровье человека / С. М. Малхазова, Е. Г. Королева. – М.: Геогр. Фак. МГУ, 2011. – 180 с.

66. Маньчик Т. А. Приоритетные факторы среды обитания и болезни экологического риска. Гигиеническая наука и практика на рубеже 21 века: материалы 9 всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей / Т. А. Маньчик, В. И. Колнет – М., 2001. – Т.1.

67. Марфенин Н. Н., Фомин С. А. Ресурсы экополитики в современном мире. URL: <http://www.rus-stat.ru/stat/1212003-2.pdf> (дата обращения: 13.01.2020).

68. Матвеев А. Н. Оценка воздействия на окружающую среду: Учеб.пособие / А. Н. Матвеев, В. П. Самусенок, А. Л. Юрьев. –Иркутск: Изд-во Иркут.гос. ун-та, 2007. – 179 с.

69. Медоуз Д. Х. За пределами роста: Предотвратить глобальную катастрофу. Обеспечить устойчивое будущее / Д. Х. Медоуз, Д. Л. Медоуз, Й. Рандерс. – М.: Прогресс. Пангея, 1994. – 303 с.

70. Мерзлова Н. В. Распространённость и диагностика трансмиссивных инфекционных природно-очаговых заболеваний в Пермском крае / Н. В. Мерзлова, Н. Н. Воробьёва, М. Н. Самаров // Здоровье и образование в 21-м веке: научные труды 6 Международной научно – практ. конф. М., 2005. – С. 335.

71. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения. М.: Мысль, 1973. 224 с.

72. Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. -URL: [https://prioda.permkrai.ru/](https://priroda.permkrai.ru/)

73. Минкина А. В. Использование программы ArcGis для оценки водности и потенциальных водных ресурсов Пермского края / Минкина А. В., Павлова Д. Л. // Высшая школа. Научные исследования: сборник материалов Межвузовского научного конгресса.– изд-во Инфинити. Москва.– 2020.– С.131-138.

74. Минкина А. В. Методический подход к оценке экологического состояния водных ресурсов (на примере территории Пермского края) // Астраханский вестник экологического образования. Астрахань, 2020. №5 (59), С. 114-125.

75. Минкина А. В. Методический подход к разработке экологической политики региона (на примере Пермского края) / А. В. Минкина, С. А. Двинских, Т. В. Зуева // Итоги науки в теории и практике: материалы 70-й Международной конференции. – Москва, 2020. – С.576-580.

76. Минкина А. В. Пространственная характеристика экологического состояния водных ресурсов административных районов Пермского края / А. В. Минкина // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь: Изд-во Перм.гос. ун-та., 2021. – С. 469-474.

77. Неулыбина А. А. К современной дифференциации ландшафтов Иренско-Сылвенского поречья / А. А. Неулыбина // География Пермской области. – Пермь, 1966. – С. 3-16.

78. Овражность. – URL: <https://geographyofrussia.com/ovrazhnost/>

79. Пиннекер Е. В. Охрана подземных вод. Новосибирск, 1979.

80. Питьева К. Е, Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды. М., 1984.
81. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 448 с.
82. Почечун В. А. Региональный геоэкологический анализ природно-техногенной геосистемы горно-металлургического комплекса Среднего Урала: докт. геол. минерал. наук: 25.00.36 / Почечун Виктория Александровна. – Пермский государственный национальный исследовательский университет, Уральский государственный горный университет.– Пермь-Екатеринбург, 2014. – 322 с.
83. Окружающая среда и здоровье; подходы к оценке риска / Под ред. А. П. Щербо. – СПб, 2002. – 376 с.
84. Олсуфьев Н. Г. Природная очаговость, эпидемиология и туляремия / Н. Г. Олсуфьев, Т. Н. Дунаева. – М., 1970. – 272 с.
85. Охрана и воспроизводство объектов животного мира, отнесенных к охотничьим ресурсам, и среды их обитания в Пермском крае на 2012-2016 годы. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/911531458>
86. Павловский Е. Н. Природная очаговость трансмиссивных болезней в связи с ландшафтнoй эпидемиологией зооантропонозов / Е. Н. Павловский. – Л., 1964. – 211 с.
87. Пашкевич М. А. Экологические проблемы мегаполисов и промышленных агломераций: Учеб. пособие / М. А. Пашкевич, М. Ш. Баркан, Ю. В. Шариков и др. – СПб., 2010. – 202 с.
88. Прохоров Б. Б., Тикунов В. С. Общественное здоровье в регионах России // География и природные ресурсы. 2005. № 2. С. 26-3.
89. Равдоникас О. В. О ландшафтных предпосылках и содержании явления очаговости инфекционных заболеваний (Медицинская география) / О. В. Равдоникас. – М., 1976. – 213 с.
90. Райх М., Долан С. Глобальный кризис. За гранью очевидного / М. Райх, С. Долан. – М., 2010. – 416 с.
91. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / Под редакцией Н. С. Касимова. И. П. Филимонов М. В.. –б М.: 2014. – 560 с.
92. Региональная программа мониторинга врожденных пороков развития у детей в Пермском крае / М. А. Алпатова, О. А. Маклакова, О. Ю. Устинова, Т. Н. Евсева // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2018 Вып. 2 С. 217-222. DOI: 10.17072/1994-9952-2018-2-217-222.
93. Реймерс Н. Ф. Введение во всеобщую экологию / Н.Ф. Реймерс. – М., 1992. – с.81.

94. Реймерс Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, концепции, гипотезы / Н. Ф. Реймерс. – Москва: Изд-во Россия молодая, 1994. – 364 с.

95. Рубанов И. Н. Методика оценки экологического состояния окружающей среды регионов России / И. Н. Рубанов, В. С. Тикунов // Проблемы региональной экологии – 2007. – №3. – С. 20-28.

96. Ряшко Б. В. О разработке системно-диалектической методологии / Б.В. Ряшко // Проблемы методологии междисциплинарных исследований и комплексного обеспечения научно-исследовательской деятельности. – Екатеринбург: УИФ Наука, 1995. Вып.2. – С. 130-145.

97. Саблин И. В. Теоретические аспекты экологической политики / И. В. Саблин // Молодой ученый, 2011. – № 6. – Т. 2. – С. 58-64.

98. Савилов Е. А., Анганова Е. В., Ильина С. В., Степаненко Л.А. Техногенное загрязнение окружающей среды и здоровье населения: анализ ситуации и прогноз. Гигиена и санитария. – 2016 . -95(6) . – 507-512 с.

99. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». – М., 2021г., 469 с.

100. Сенотрусова С. В. Загрязнение атмосферы и состояние здоровья населения промышленных городов / С.В. Сенотрусова. – СПб.: Астерион, 2004. – 246 с.

101. Смит У.Х. Лес и атмосфера. М., Прогресс, 1985.

102. Снакин В. В. Толковый словарь по охране природы / В. В. Снакин, Ю. Г. Пузаченко, С. В. Макаров и др. – М.: Экология, 1995. – 191 с.

103. 103. Состояние и охрана окружающей среды г. Перми. Справочн информационные материалы , 2018.– URL: <http://www.priodaperm.ru/upload/others/Ekologija-Sbornik-2020.pdf>

104. Состояние и охрана окружающей среды Пермской области в 2000 -2005 годах. – URL: <https://www.gorodperm.ru/actions/ecology/>

105. Состояние и охрана окружающей среды Пермского края в 2006-2018 годах. – URL: <https://www.gorodperm.ru/actions/ecology/>

106. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава.– Новосибирск, 1978. – 315 с.

107. Сочава В. Б. Системная парадигма в географии / В. Б. Сочава // Изв. ВГО. – 1973.– Т. 105, вып. 5. – С. 393 – 404.

108. Статистический ежегодник Пермского края. 2019. – URL: <https://permstat.gks.ru/storage/media-bank/%D0%95%D0%B6%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%202019.pdf>

109. Тетерин В. Ю. Применение полимеразной цепной реакции в диагностике инфекций, передающимися иксодовыми клещами, в Пермском крае / В. Ю. Тетерин, В. В. Нефедова // Материалы научной сессии ПГМА им. ак. Е. А. Вагнера. – Пермь, 2010. – С. 105-107.

110. Тихомиров Ю. П. Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье населения в условиях крупного центра химической промышленности / Ю. П. Тихомиров, М. П. Грачева, Т. В. Бадеева и др. // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 24–25;

111. Трахтенберг И. М. Приоритетные аспекты медико-экологической безопасности (к предупреждению экзогенных химических воздействий) / И.М. Трахтенберг // Здоров'я працюючих. – Донецьк : ФЛП Дмитренко, 2010. – С. 311–31.

112. Чазов Б. А. Природные условия мелиорации в Пермской области / Б. А. Чазов.– Пермь: Кн. Изд-во, 1978. – 58 с.

113. Черкасский Б. Л. Преобразование природы и здоровье человека / Б. Л. Черкасский. – М.: Мысль, 1981. – 176 с.

114. Черкасский Б. Л. Риск в эпидемиологии / Б.Л. Черкасский – М.: Практическая медицина, 2007. -480 с.

115. Экологическая доктрина Российской Федерации. – URL: https://www.mid.ru/foreign_policy/official_documents/-/asset_publisher/CptlCkV6BZ29/content/id/548754

116. Экологические платежи в лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. – URL: <https://www.audit-it.ru/articles/account/tax/a48/42759.html>

117. Экологический след – яркий отпечаток человеческой ответственности.– URL: <https://csrjournal.com>

118. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Пермского края. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/424077540>

119. Юшук, Н. Д. Эпидемиология / Н. Д. Юшук, Ю. В. Мартынов. – Москва: Медицина, 2003. – 448 с.

120. Ecological Footprint.– URL: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint>

121. Esty C. D., Srebotnjak T, Goodall M. The Environmental Sustainability Index. – 2005. – URL: http://www.yale.edu/esi/ESI2005_Main_Report.pdf

122. The 2022 Environmental Performance Index (EPI) (Индекс экологической эффективности 2022 года). – URL: <https://epi.yale.edu/>
123. Xu Z, Hu W, Su H, Turner L. R., Ye X., Wang J., Tong S. Extreme temperatures and pediatric emergency department admissions // J Epidemiol Community Health. – 2014. – № 68(4).-P. 304-311.

Т.В. Зуева, С.А. Двинских, А.В. Минкина

**ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ТЕРРИТОРИЙ АДМИНИСТРАТИВНОГО ДЕЛЕНИЯ
РАЗНОГО УРОВНЯ**

Монография

Издается в авторской редакции
Компьютерная верстка *А.В. Минкина*

Подписано в печать 15.02.2024.
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 14,5.

ООО «Русайнс».
117218, г. Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2.
Тел.: +7 (495) 741-46-28.
E-mail: autor@ru-science.com
<http://ru-science.com>

