

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Карачаево-Черкесский
государственный университет имени У.Д. Алиева»

На правах рукописи



Байчорова Эльвира Музафировна

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА
ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Специальность 1.6.21. Геоэкология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
Онищенко Вячеслав Валентинович,
доктор географических наук, профессор

Карачаевск - 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КЧР	11
1.1. Характерные черты рельефа и орографии	12
1.2. Особенности климата и ветрового режима модельной территории	17
1.3. Трансграничная циркуляция атмосферного воздуха	26
1.4. Гидрографические условия и мониторинг качества поверхностных вод.....	27
1.5. Структура и динамика лесного фонда	28
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ	30
2.1. Существующие подходы исследований воздушной среды	30
на Северном Кавказе	30
2.2. Особенности методологических подходов исследования качества воздушной среды КЧР	32
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ КЧР	47
3.1. Источники и структура выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух	47
3.2. Распределение выбросов загрязняющих веществ по районам республики	54
3.3. Оценка качества атмосферного воздуха	61
ГЛАВА 4. ГЕОМОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНО-ВОДНОЙ СРЕДЫ КЧР	66
4.1. Геомоделирование загрязнения воздушной среды.....	66
4.2. Геомоделирование загрязнения поверхностных вод.....	72
и воздушной среды в долинах рек	72
4.3. Сопряженный анализ и синтез загрязнения воздушной среды и поверхностных вод в долинах рек	82
ГЛАВА 5. ТРАНСФОРМАЦИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ КЧР	86
5.1. Оценка влияния загрязненности воздушной среды на показатели здоровья населения ...	86
5.2. Реакция лесной растительности на качество атмосферного воздуха в рекреационной зоне.....	97
5.3. Рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации в регионе исследования.....	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	111
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	117
ПРИЛОЖЕНИЯ	139
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	140
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	142
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	145
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	148

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Загрязнение атмосферы – одно из основных неблагоприятных последствий индустриализации современного мира [103, 104].

Неумеренное освоение горных рекреационных территорий способствует концентрации в приземном слое атмосферы значительного количества твердых несгоревших частиц (зола, сажа) и вредных газов (углерода диоксид и оксид, углеводороды, соединения серы, оксиды азота и пр.).

Результатом является загрязнение воздушной среды, которое носит разносторонний характер. Как следствие, снижение качества природных экосистем. Индикатором этого в Северо-Западном Приэльбрусье является неудовлетворительное состояние лесов, лугов, зеленых зон, характер заболеваемости населения, характер загрязнения атмосферы.

Большую опасность представляют выбросы постоянно увеличивающихся потоков различных видов транспорта. В выхлопных газах автомобилей содержится более 100 наименований различных вредных веществ [47].

Особо неблагоприятная геоэкологическая ситуация складывается в пределах Эркен-Шахарского агропромышленного района. Основным источником загрязнения грунтовых вод и атмосферного воздуха здесь – Эркен-Шахарский сахарный завод.

Проблема загрязнения воздушного пространства в сложных геоэкологических условиях регенерации горно-предгорных территорий Северного Кавказа – одна из актуальных проблем устойчивого, в частности, рекреационного развития юга России.

Отсутствие информации о формирующихся комплексах загрязнителей воздушной среды Карачаево-Черкесской Республики (КЧР) определило характер проведенного исследования.

Туристско-экскурсионные и горнолыжные центры - Домбай, Теберда, Архыз, Пхия и другие, куда стремятся потоки туристов и экскурсантов расположены у подножий практически непреодолимых горных хребтов. Это не транзитные районы Карачаево-Черкесии. Поэтому привезенный сюда мусор, как правило, не вывозится, а сваливается в несанкционированные свалки и мусорные

нагромождения вблизи автомагистралей, примыкающих к стесненной в рельефе гидрографической сети. Интенсивное освоение горных районов создает предпосылки для решения многих социальных и экономических вопросов в рекреационном развитии республики. Тем не менее, отсутствие налаженной структуры в области контроля выбросов и сбросов загрязнителей, образования, использования, обезвреживания, хранения и захоронения отходов в этом районе становится причиной их большого скопления, загрязнения рек, озер, природных ландшафтов.

Среди множества факторов, влияющих сегодня на проблемы качества воздушного пространства не только в КЧР, но и в России, следует в первую очередь считать скрытость и недостаток исследований, создающих вакуум надежной научной информации по проблеме.

Сохранение биологического и ландшафтного разнообразия приоритетно при осуществлении любой деятельности человека, в том числе рекреационной. В зависимости от ландшафтно-геохимических условий происходит рассеивание или локализация веществ в природно-антропогенных системах. Поэтому изучая распределение, соотношение и особенности миграции в них химических элементов можно оценить структуру и функционирование ландшафта, состояние окружающей среды, установить конкретные факторы, определяющие влияние трансграничных миграционных потоков, смоделировать природно-географическую ситуацию в случае изменения физико-химических параметров территории.

Объект исследования – воздушная среда приземного слоя атмосферы Карачаево-Черкесской Республики.

Предмет исследования – пространственно-временная динамика качества воздушной среды.

Цель исследований – комплексная оценка качества воздушной среды, ее трансформации и влияния на геоэкологическую ситуацию КЧР в условиях изменяющегося климата для оптимизации рекреационного природопользования.

Для достижения поставленной цели определен круг решаемых **задач**:

- выделить особенности природно-географических условий, определяющих качество воздушной среды и ассимиляционный потенциал территории региона;
- сформировать унифицированную методику оценки трансформации воздушной среды;
- выявить источники, структуру загрязняющих выбросов и качество атмосферного воздуха территории КЧР;
- оценить на основе геомоделирования степень сопряженности качества воздушной среды и поверхностных вод в геоэкологическом пространстве региона;
- определить влияние качества воздушной среды на здоровье населения и растительные сообщества.

Соответствие диссертации паспорту специальности:

1.Изучение состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов.

3.Междисциплинарные аспекты стратегии выживания человечества и разработка научных основ регулирования качества состояния окружающей среды.

7.Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов, функционирования природно-технических систем. Оптимизация взаимодействия (коэволюция) природной и техногенной подсистем.

14.Научные основы организации геоэкологического мониторинга природно-технических систем и обеспечение их экологической безопасности, разработка средств контроля состояния окружающей среды.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. выполнен геоэкологический мониторинг воздушной среды в условиях изменяющегося климата территории КЧР;
2. установлен характер влияния динамики природно-географических условий на ассимиляционный потенциал региона;

3. сформирована электронная база эмпирических данных одного уровня достоверности и репрезентативности и произведена их обработка с использованием ГИС-технологий;
4. выявлены основные загрязнители воздушной среды и произведено районирование региона по комплексному индексу загрязненности атмосферного воздуха (КИЗА);
5. изучена на основе геомоделирования взаимосвязь качества воздушной среды и поверхностных вод в геоэкологическом пространстве региона;
6. усовершенствована методика интегральной оценки воздействия загрязнителей атмосферного воздуха на природные объекты и здоровье населения с применением экспертных методов;
7. предложены рекомендации по сбалансированному и экологически безопасному развитию региона.

Разработанные рекомендации по развитию комплексного природопользования позволяют: осуществлять контроль антропогенного воздействия на воздушно-водную среду и достичь приемлемого ее качества; разработать и внедрить экологические («зеленые») технологии и развитие экологического бизнеса; формирование эффективных кластеров природопользования; переход на сбалансированное и экологически безопасное развитие.

Теоретическая и методологическая основа исследования

Предлагаемая работа является обобщением всех исследований, проведенных в КЧР при непосредственном участии автора. В ходе исследований как горная часть республики, так и предгорная, были планомерно покрыты эмпирическими наблюдениями за качественным состоянием воздушной среды, сопровождающимися анализом проб воздуха и поверхностной воды в промышленных, агрохозяйственных и рекреационных районах.

Единая методология в проведении исследований на базе постоянной лаборатории позволила сформировать банк данных, включающий: 134 точки отбора проб, в том числе 112 точек отбора проб воздуха и 22 точки (створа) отбора

проб воды. По данным более 150 проб построены карты геохимической структуры природных и антропогенных ПТК, проведен сопряженный анализ качества воздушной среды с отдельными компонентами природы и здоровьем населения. Дополнена и развита методология интегральной оценки геохимического воздействия на ПТК, позволившая выполнить медико-географическое и биогеографическое районирование перспективной рекреационной территории. Выделены зоны с разной степенью подверженности антропогенному освоению и бессистемной эксплуатации.

Практическая значимость работы

Подготовлена аналитическая информация для государственных органов и различных организаций, особо значимая для формирования общественного экологического мышления, принятия управленческих решений, мониторинга природопользования и регулирования хозяйственной деятельности, осуществления природоохранных мероприятий по защите атмосферного воздуха и здоровья населения на территории республики.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Предложенная унифицированная методика является объективным инструментарием для анализа и оценки загрязнения воздушной среды, в результате реализации которой определены и структурированы основные источники загрязнения и категории загрязняющих веществ, а также установлено ухудшение качества атмосферного воздуха КЧР за исследуемый период.

2. Результаты геомоделирования распределения комплексных индексов загрязнения атмосферы (КИЗА) и удельных комбинаторных индексов загрязнения воды (УКИЗВ) в горных долинах КЧР свидетельствуют о значительной степени сопряженности загрязнений воздушной среды и поверхностных вод республики.

3. Структура и динамика загрязнения воздушной среды вызывают увеличение заболеваемости населения КЧР по определенным нозологиям болезней, а также трансформацию природно-антропогенных систем.

Достоверность научных результатов исследования определяется репрезентативностью данных, в большом объеме полученных на аккредитованной

лабораторной базе филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по Карачаево-Черкесской Республике (ЦЛАТИ по КЧР) и аттестованной научно-исследовательской лаборатории (НИЛ) геоэкологического мониторинга Карачаево-Черкесского государственного университета (КЧГУ) совместно с кафедрой экологии и природопользования КЧГУ в соответствии с действующими государственными и отраслевыми стандартами и методиками; применением современных геоэкоаналитических, статистических и геоинформационных методов обработки эмпирического и теоретического материала, а также согласованного с результатами, полученными в натурных исследованиях и моделях геоэкологических ситуаций.

Апробация работы. Основные положения диссертации апробированы на научно-практических конференциях различного уровня:

- международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы современной науки» (Уфа, 13-14 декабря 2013);

- European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences 4th International scientific conference (Vienna, 10th October 2014);

- 7-я международная научно-практическая конференция «Научный поиск в современном мире» (Махачкала, 28 сентября 2014);

- молодежная научная конференция «Эколого-географическая и этнокультурная комфортность родного края» (Карачаевск, 2015);

- XLII Международная научно-практическая конференция «Инновации в науке» (Новосибирск, 2015);

- III Международная научно-практическая конференция «Вопросы науки: Естественно-научные исследования и технический прогресс» (Воронеж, 2015);

- международная научная конференция «Науки о Земле: вчера, сегодня, завтра» материалы (Казань, май 2015);

- международная научно-практическая конференция «Наука сегодня: проблемы и пути решения» (Вологда, 30 марта 2016);

- международная научно-практическая конференция ЧОУ ВО «Самарский институт – Высшая школа приватизации и предпринимательства»-«Вопросы

образования и науки: теоретические и практические аспекты» (Самара, 30 апреля 2017);

-всероссийская научно-практическая конференция с международным участием (Ростов-на-Дону, 2017);

-международная научно-практическая конференция «Новые информационные технологии в науке» (Челябинск, 29 декабря 2017);

-I международная научная конференция «Актуальные направления сбалансированного развития горных территорий в контексте междисциплинарного подхода» (Карачаевск, 2019);

-всероссийский молодежный научно-образовательный фестиваль «Молодежь - за чистую Волгу» (Чебоксары, 20 мая – 30 ноября 2021);

-V Кавказский Международный экологический форум «Исследования изменений атмосферы, климата и динамики ландшафтов» (Грозный, 2021);

-XII Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа» (ГЕОКАВКАЗ-2022) (Махачкала, 2022).

Личный вклад. Лично автором проведены: анализ литературных источников, архивных и фондовых материалов по теме диссертации; полевые и лабораторные исследования и их анализ; формулировка выводов и основных защищаемых положений.

Публикации. Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 25 научных статьях, в том числе: 2 – в журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 6 – в журналах из перечня ВАК и 17 – в рецензируемых журналах, тематических сборниках трудов и материалах международных и всероссийских конференций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, библиографического списка, включающего 206 источников, в том числе 14 источников иностранной литературы. Объем диссертации – 150 страниц. В работе 16 таблиц, 38 рисунков и 2 фото.

Автор выражает благодарность за методическую помощь при выполнении работы научному руководителю, д.г.н., профессору Онищенко В.В., к.г.н., доценту Дега Н.С., депутату Народного Собрания КЧР Дураевой Ф.И.

ГЛАВА 1. ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КЧР

Северо-Западное Приэльбрусье в геоморфологической структуре Северо-Кавказского региона занимает Карачаево-Черкесская Республика - наиболее насыщенная по биологическому и ландшафтному разнообразию территория в масштабе России. Главный Кавказский хребет является южной границей республики, отделяя ее от Абхазии. Краснодарский край примыкает к КЧР с запада. А северная и северо-восточная граница проходит в контакте с Ставропольским краем. Кабардино-Балкария является восточным соседом КЧР.

На компактно расположенной территории региона встречаются практически все характерные для Российской Федерации биотопы, за исключением субтропиков и пустынь. Здесь практикуются различные виды земледелия: горное, степное, суходольное и орошаемое. Развито отгонно-пастбищное и откормочное животноводство. Имеют место разнообразное горнопромышленное производство и бурно развивающаяся рекреация в виде внутреннего туризма и горнолыжного спорта.

В КЧР имеются обширные лесные массивы, субальпийские и альпийские луга. Земли лесного фонда составляют 397 095 га [173].

Республика занимает площадь 14,3 тыс. км².

По данным последней переписи численность населения республики приблизилась к 468 тыс. человек, в том числе: население городов – 200 тыс. человек; сельских поселений – 268 тысяч. Плотность жителей составляет 33 человека на 1 км² [173].

В составе КЧР 2 городских агломерации (г. Черкесск – столица региона и г. Карачаевск – крупное образование на юге республики), 10 районов, в которых 138 поселений.

Преобладающая хозяйственная деятельность сконцентрирована на территории менее 30% от всей площади республики, преимущественно в гидрографической сети. Тем не менее, в высокогорной части с повышением интенсивности освоения отмечается увеличение загрязнения природной среды,

особенно воздушного пространства. Об этом свидетельствуют участвовавшие климатические инверсии, изморозь, окутывающий горные склоны туман, иней, смог и др.

1.1. Характерные черты рельефа и орографии

Особенности рельефа КЧР на протяжении длительного периода времени разносторонне изучены большим количеством исследователей: Аджигирей Г.В., Гвоздецкий Н.А., Думитрашко Н.В., Ефремов Ю.В., Ильичев Ю.Г., Панов В.Д., Рейнгард А.Т., Потапенко Ю.Я., Сафронов И.Н., Тушинский Г.К. [3,35,70,73,149,160,164,178].

КЧР расположилась на северных отрогах Главного Кавказского хребта в пределах Западного Кавказа. Рельеф республики сильно дифференцирован. Абсолютные высоты колеблются от 400 метров в северной, предгорной зоне, до 5642 м над уровнем моря (н.у.м.) на горе Эльбрус в высокогорной зоне.

С природно-климатической, географической позиций и по параметрам, отражающим сущность вертикальной зональности на территории республики, условно выделены четыре природно-географических секторов - подрегионов (Рисунок 1):

– подрегион равнинно-холмистый с высотой от 400 до 700 м н.у.м., включает: Адыге-Хабльский и Ногайский районы, г. Черкесск и частично Прикубанский и Хабезский районы;

– подрегион предгорный (площадь низкогорий) с высотой от 700 до 1100 м н.у.м., объединяет соответствующие географические части следующих районов и муниципальных образований: Прикубанский, Хабезский, Абазинский, Усть-Джегутинский, Малокарачаевский, Урупский, Зеленчукский районы и город Карачаевск;

– подрегион среднегорный, от 1100 до 2500 м н.у.м., частично включает следующие районы: Усть-Джегутинский, Малокарачаевский, Зеленчукский, Карачаевский. Отдельные вершины на Скалистом и Передовом хребтах подрегиона превышают 3000 м н.у.м.;

– подрегион горно-высокогорный, от 1500 м н.у.м., (со среднегорьями – до 2500 м н.у.м. и высокогорьями – свыше 2500 м н.у.м.), в пределах средней высоты высокогорий 3000-4000 м н.у.м, частично объединяет Урупский, Зеленчукский и Карачаевский районы.

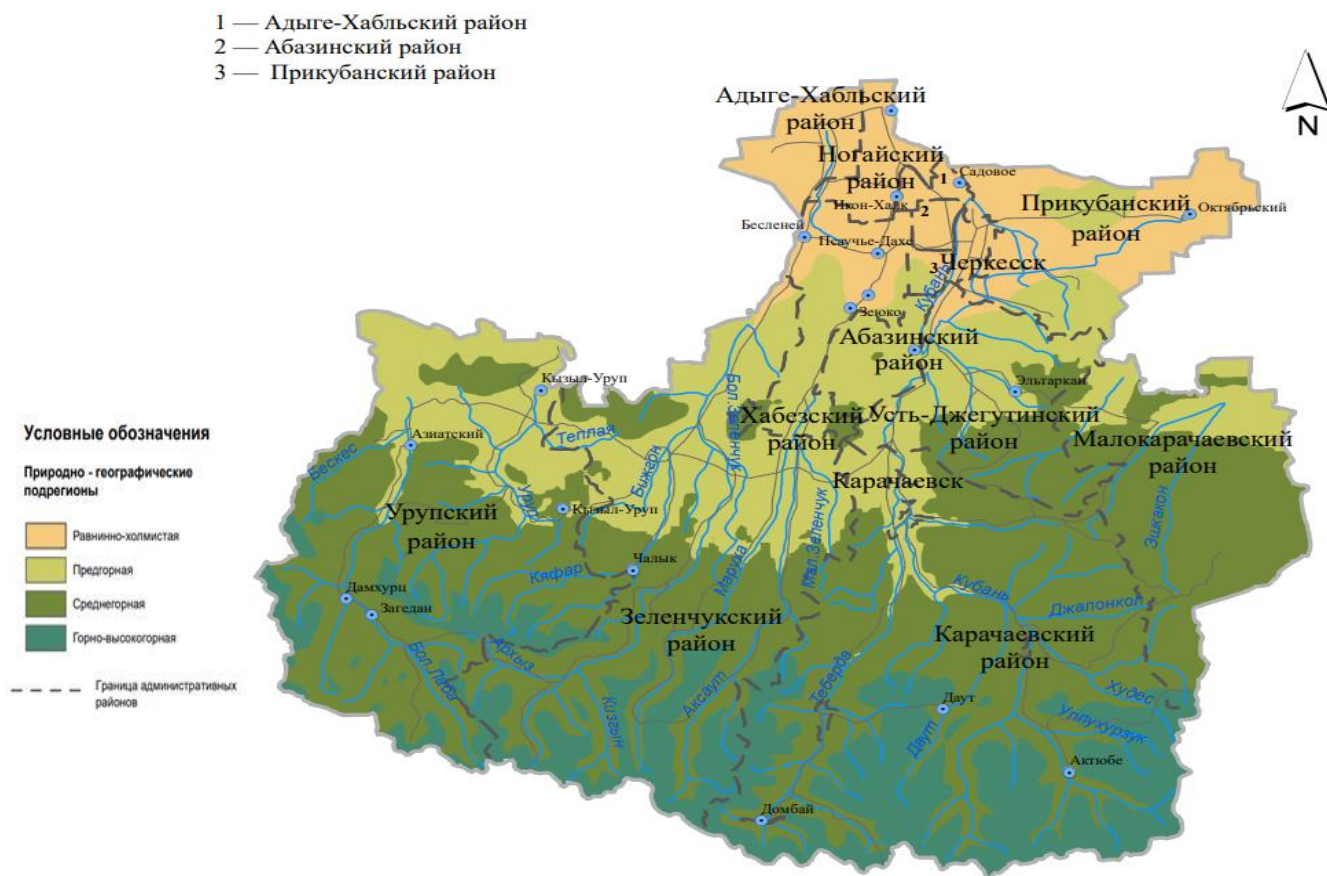
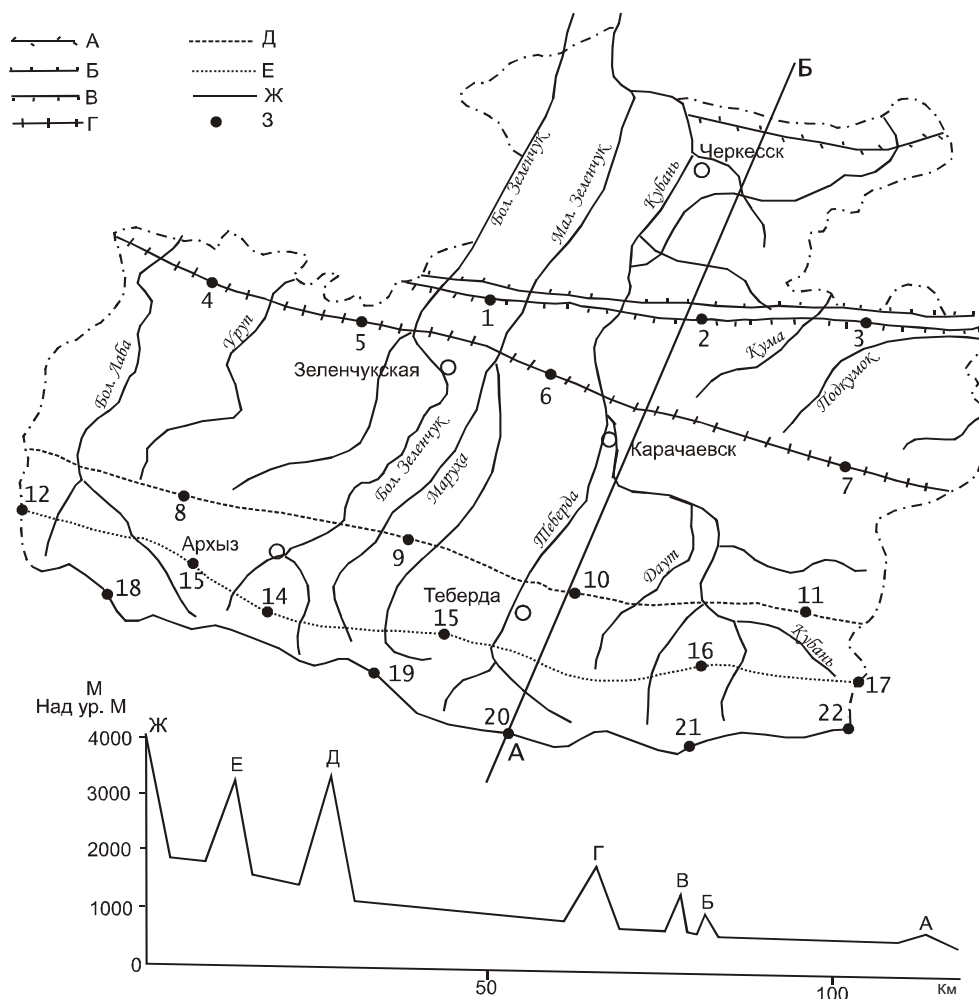


Рисунок 1. Карта-схема природно-географического и административного деления КЧР

Разделение территории республики на природно-географические подрегионы обусловлено также отличительными признаками природно-климатических условий, степенью антропогенной нарушенности, ассимиляционным потенциалом геосистем, их способностью к самоочищению, что непременно влияет на здоровье населения и определяет необходимость системного геоэкологического контроля.

Горная часть КЧР в геоморфологическом отношении представлена системой хребтов северного склона Большого Кавказа общекавказского простиранья, разделенных депрессиями. Это Лесистый, Пастбищный, Скалистый, Передовой,

Боковой и Главный водораздельный хребты (Рисунок 1). В свою очередь эта система хребтов и депрессий разделена долинами рек субмеридионального простираения на отдельные участки-хребты (Рисунок 2).



А - Сычевы горы, Б - Лесистый хребет, В - Пастбищный хребет, Г - Скалистый хребет, Д - Передовой хребет, Е - Боковой хребет, Ж - Главный хребет, 3 - вершины:
 1 - Крейда (1230 м), 2 - Эльтаркач (1535 м), 3 - Дарья (1463 м), 4 - Лысяя (1662 м),
 5 - Большие (1751 м), 6 - Джангур (1560 м), 7 - Мал.Бермамыт (2644 м),
 8 - Речепста (3214 м), 9 - Кызыл-Ауш (3141 м), 10 - Кенделляр-Ляр (3416 м),
 11 - Садырляр (3314 м), 12 - Дамхури (3193 м), 13 - Закан-Сырт (3097 м),
 14 - София (3687 м), 15 - Бол. Марка (3758 м), 16 - Куриша (3870 м),
 17 - Эльбрус (5642 м), 18 - Чмахара (2664 м), 19 - Каракая (3892 м),
 20 - Домбай-Ульген (4046 м), 21 - Гвандра (3984 м), 22 - Чипер (3450 м)

Рисунок 2. Орография в системе хребтов КЧР [91]

На Главном и Боковом хребтах высота 4000 м н.у.м. сменяется более низким высотным уровнем (3280 м н.у.м.) Бокового хребта.

высота над
уровнем моря, м

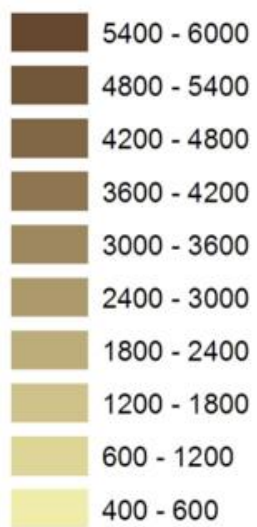


Рисунок 3. Цифровая модель рельефа КЧР [58]

Главный Кавказский хребет отделяет от Бокового расстояние в 5-17 км. Главный хребет одновременно является водораздельным для гидрографии северного и южного макросклонов Большого Кавказа [5].

Используя ГИС-технологии (программу ArcGIS) оцифрована модель рельефа [58], представляющая собой средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов в виде данных совокупности отметок высот или иных координат Z [37,58].

Одним из наиболее распространенных способов визуализации поверхности является светотеневая отмывка рельефа (Рисунок 3), которая выполнена с использованием функций модуля Spatial Analyst [37,54,56,58].

В соответствии с моделью определены крутизна и экспозиции склонов региона. Наибольшую площадь составляют горизонтальные поверхности - 31%. Все экспозиции распределены по территории республики сравнительно равномерно, в среднем по 8-9%. Преобладают юго-восточные экспозиции – 10% [3,5,55,58,59]. Все эти признаки и изменения природы в горных районах являются элементами вертикальной зональности, в свою очередь формирующей биологическое и ландшафтное разнообразие (Рисунок 4).

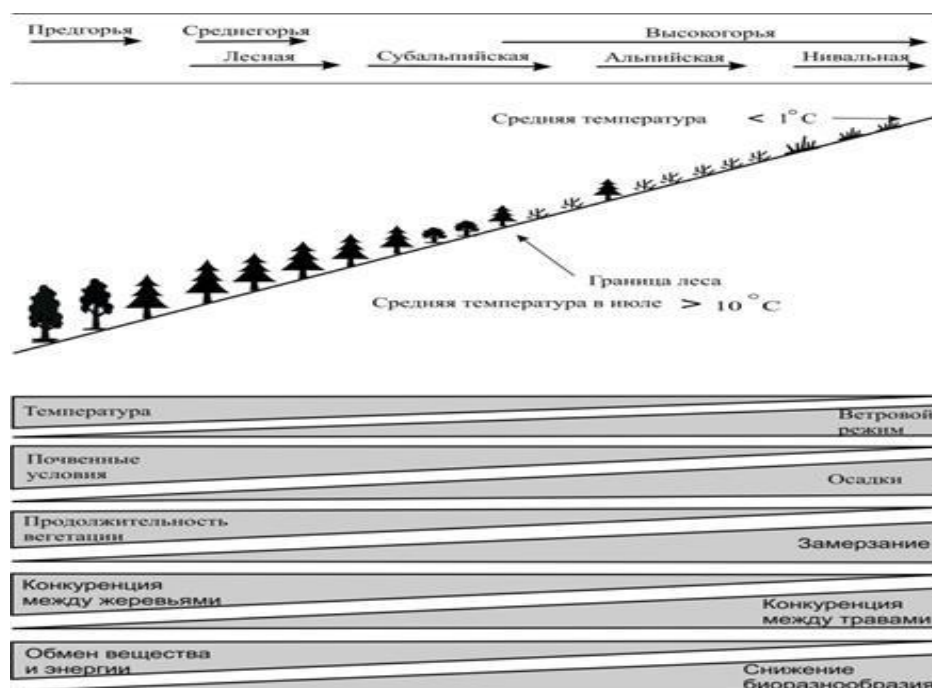


Рисунок 4. Особенности вертикальной поясности и формирования биологического разнообразия КЧР

Цифровая модель рельефа и картосхемы, разработанные на ее основе (Рисунки 2, 3, 4, Глава 1) стали основой для разработки ГИС-моделей теплообеспеченности и влагообеспеченности КЧР.

1.2. Особенности климата и ветрового режима модельной территории

Изучением климата КЧР занимались многие исследователи: Бордовская Л.И., Гречишкин Г.М., Иванченко Т.Е., Панов В.Д., Кварацхелия И.Ф., Лурье П.М., Малышев А.А., Онищенко В.В., Салпагаров А.Д., Дега Н.С., Панов В.Д., Полтараус Б.В., Темникова Н.С. [24,48,78,83,94,95,97,118,131,144,145,176].

Региональные особенности климата республики определяются всем комплексом климатообразующих факторов, определяющих ход радиационных и циркуляционных процессов, особенности влагооборота. В том числе широтным положением территории, положением относительно влагонесущих потоков, характером подстилающей поверхности. При этом, ключевым фактором регионального климатообразования является сложный рельеф, имеющий значительную расчлененность и перепады высот, а также особенности орографии.

Расположение КЧР в зоне умеренного пояса (43 - 44° с. ш.), значительные перепады высотных отметок, распределение растительности, разветвленная гидрографическая сеть, геоморфологическая и геологическая структура территории определяют природно-климатические условия. Среднегодовая величина температуры составляет 6,6 °С (Таблица 3). На территории горно-высокогорного подрегиона республики, до верхней границы леса, средняя годовая температура снижается до 3,5 °С. Отрицательных значений она достигает на верхнем пределе леса (2600 м н.у.м.) и с поднятием вверх постепенно снижается от -0,8° до -9 °С. Средняя температура наиболее холодного месяца (января) на равнине составляет -2,9 °С, в лесном поясе она снижается до -5,5 °С, выше границы леса, в высокогорьях, ее значения опускаются до -9,5 °С. Средняя температура наиболее жаркого месяца (июля) варьирует от 12,7 в лесном поясе до 21,1 °С в равнинно-холмистом подрегионе.

Таблица 3. Изменение температуры воздуха в КЧР
за периоды 1940-1979 и 1972-2016 гг.

Сезоны года	Равнинно-холмистый (525 м н.у.м.)		Предгорья (929 м н.у.м.)		Среднегорья (1392 м н.у.м.)		Горно-высокогорный (2054 м н.у.м.)		Среднегодовая за период	
	1940-1979 гг.	1972-2016 гг.	1940-1979 гг.	1972-2016 гг.	1940-1979 гг.	1972-2016 гг.	1940-1979 гг.	1972-2016 гг.	1940-1979 гг.	1972-2016 гг.
Зима	-3,0	-1,9	-3,8	-2,7	-3,7	-2,7	-5,0	-4,6	-3,9	-3,0
Весна	8,4	9,1	7,4	7,6	5,3	5,6	1,2	2,1	5,6	6,1
Лето	19,9	20,1	16,8	17,2	14,3	14,6	11,1	11,8	15,5	15,9
Осень	9,6	9,9	7,8	8,1	6,0	6,5	4,4	4,6	6,9	7,3
За год	8,7	9,3	7,0	7,6	5,5	6,0	2,8	3,5	6,0	6,6

За последние годы на территории КЧР произошли существенные изменения температурного режима (Таблица 3).

Рассмотрим их по высотным подрегионам на основе анализа трендов изменения среднегодовой температуры воздуха с 1972 по 2016 гг.

Горно-высокогорный подрегион рассмотрен на основе данных метеостанций «Шаджатмаз» и «Клухорский перевал» (Рисунок 5).

За данный период наблюдений на метеостанции «Шаджатмаз» отмечается увеличение температуры воздуха в течение всех сезонов, а среднегодовая температура воздуха выросла на 2,3 °С.

Повышение среднегодовой температуры по сезонам происходит неравномерно. В зимний период на 2,6 °С, в весенний - на 2,4 °С, в летний - на 2,5 °С и в осенний - на 1,5 °С.

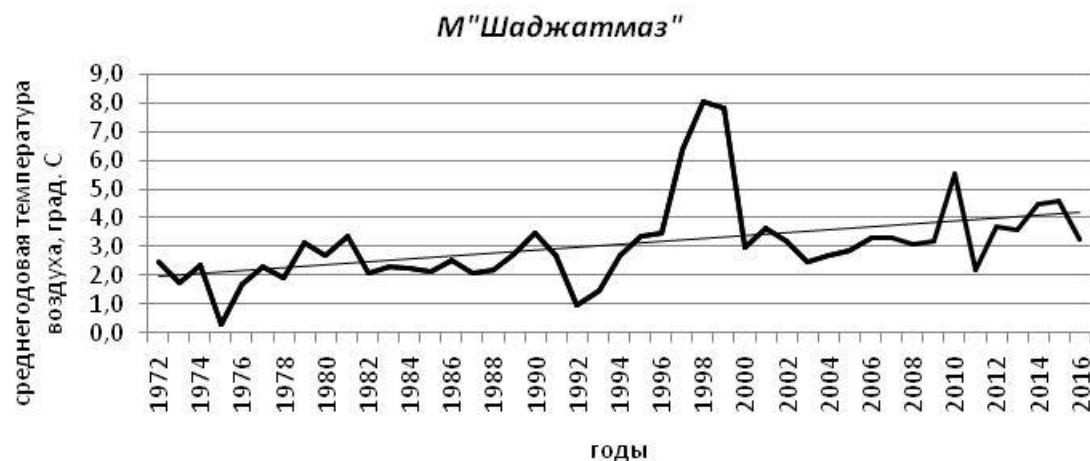


Рисунок 5. Изменения среднегодовой температуры воздуха на метеостанциях «Шаджатмаз» и «Клухорский перевал» в период 1972-2016 гг. [127]

В тоже время на метеостанции «Шаджатмаз» годовое количество осадков уменьшилось на 59,5 мм (Рисунок 6). При этом, сокращение осадков наблюдается по всем сезонам, особенно в летний период. На метеостанции «Клухорский перевал» тренд атмосферных осадков положительный. Отмечается их увеличение на 33,2 мм. Их увеличение происходит за счет весеннего и осеннего периодов. Зимние и летние осадки снижались.

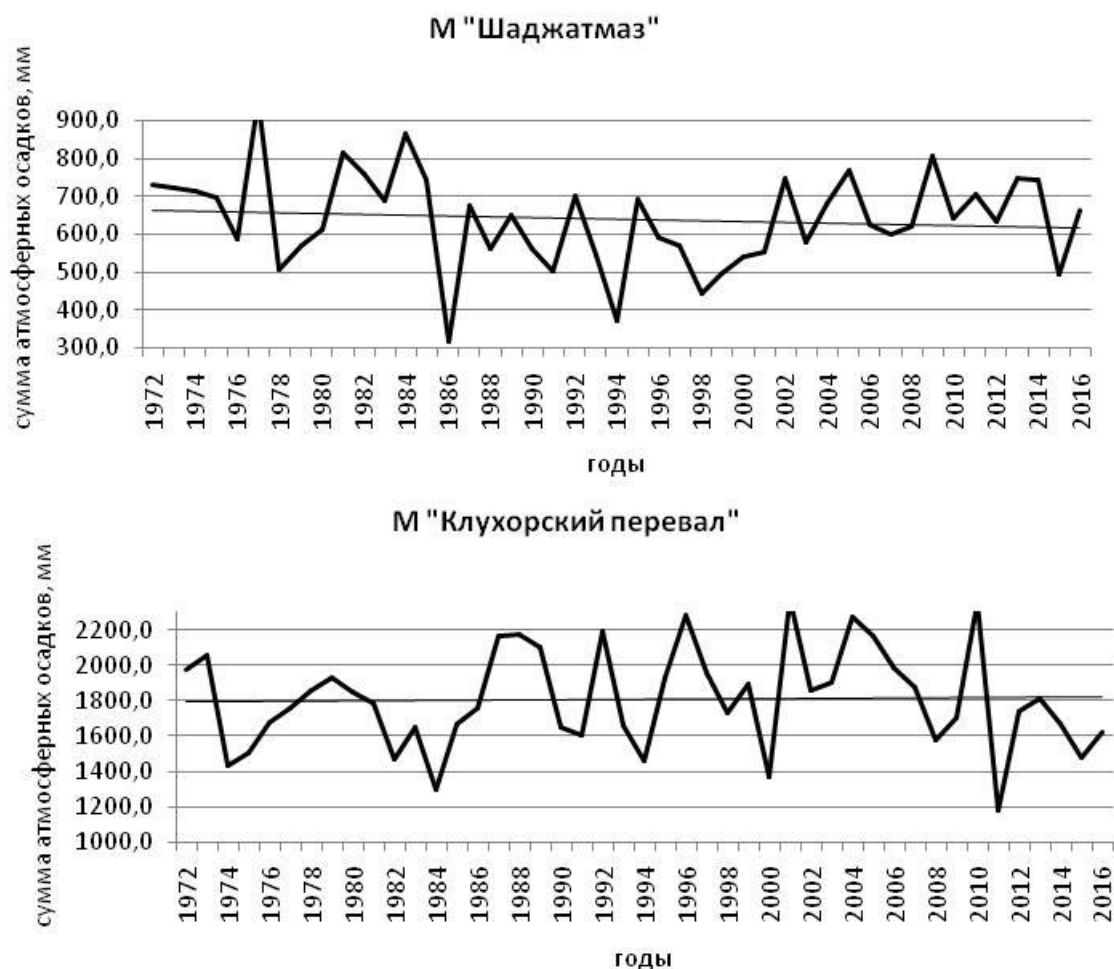


Рисунок 6. Изменения среднегодовой суммы атмосферных осадков на метеостанциях «Шаджатмаз» и «Клухорский перевал» в период 1972-2016 гг. [127]

В целом, в высокогорном подрегионе отмечается увеличение температуры воздуха на $1,7^{\circ}\text{C}$. Это происходит за счет летнего и зимнего периодов. Минимальный тренд отмечается для весны. При этом абсолютные максимальные температуры увеличились на $2,4^{\circ}\text{C}$.

Годовое количество выпадающих осадков в высокогорьях северной части КЧР снизилось на 26 мм, тогда как на юге наоборот количество осадков увеличилось на 33 мм.

Главная причина перераспределения осадков в горах - высота над уровнем моря и удаленность от осевой зоны Большого Кавказа. Об этом свидетельствует ГИС-модель распределения осадков в КЧР (Рисунок 7).

годовая сумма
осадков, мм

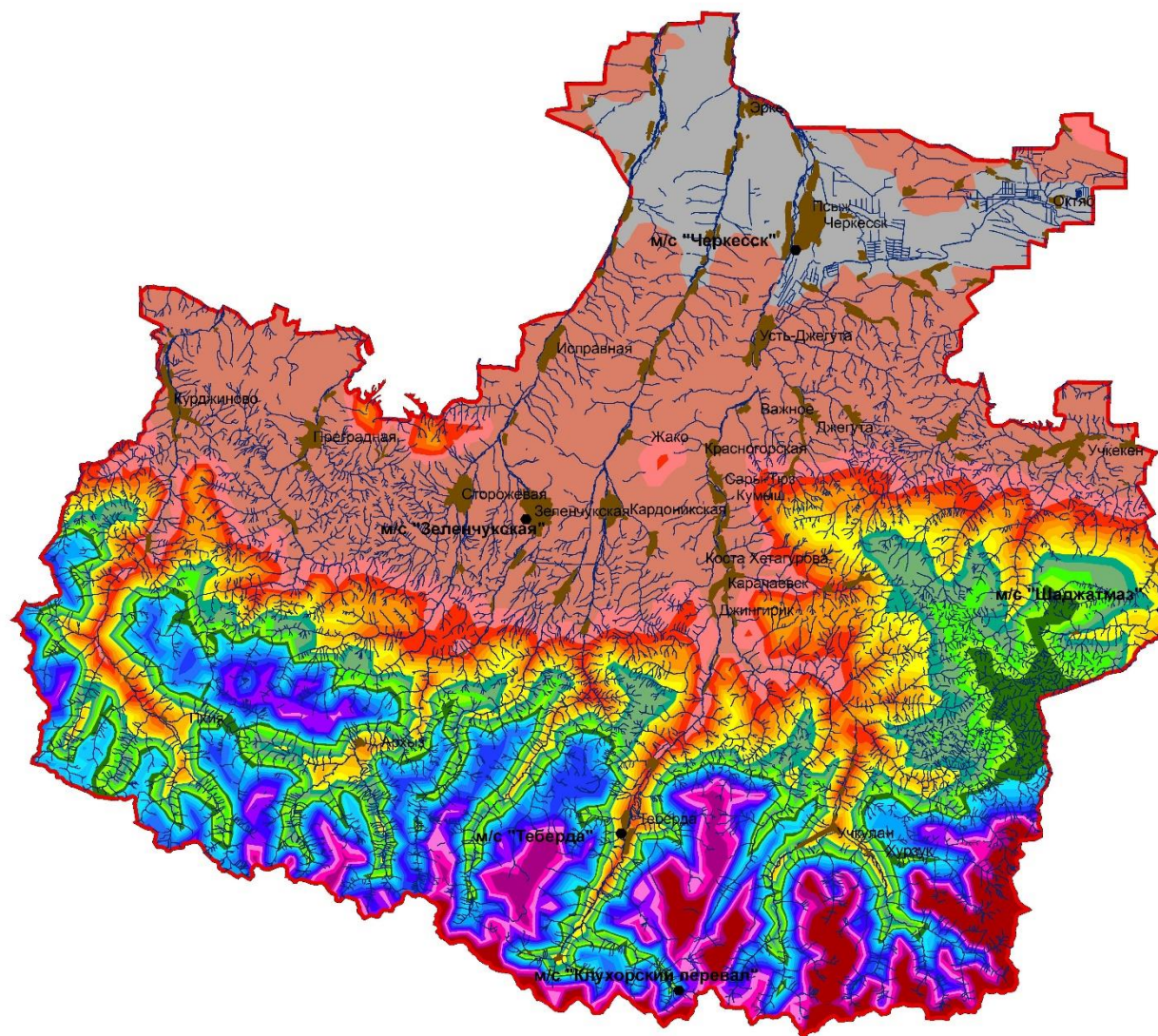


Рисунок 7. Годовая сумма осадков в КЧР [56]

Среднегорный подрегион рассмотрен на основе данных метеостанций «Теберда» и метеостанции «Архыз».

Здесь также происходит увеличение температуры. В Теберде на 1,8 °С, а в Архызе до 2,0°С. При этом максимальные температуры повысились в среднегорье на 2,6 °С, а минимальные - на 1,6 °С.

Повышение температур наблюдалось в течение всех сезонов. Как и в высокогорьях, на метеостанции «Теберда» наибольшие значения температур отмечаются зимой и летом – до 2,0°С, наименьших - весной 1,0 °С. Та же тенденция и на метеостанции «Архыз».

Также здесь увеличилось и годовое количество осадков («Теберда» - 67,5 мм, «Архыз» более 100 мм).

Таким образом, в среднегорьях за изучаемый период произошло повышение температуры на 1,8 °С и увеличение количества осадков более чем на 100 мм. Абсолютные температурные максимумы и минимумы увеличились на 2,6 и 1,6°С соответственно.

Среднегорный подрегион рассмотрен на основе данных метеостанции «Зеленчукская». Здесь также происходило увеличение среднегодовой температуры воздуха. Она увеличилась на 1,3°С. Абсолютные максимумы увеличились на 3,0°С, минимумы – на 0,8°С. Здесь также происходит увеличение температур по всем сезонам. Максимальное - в зимний и летний сезоны - на 2,3 °С.

Тоже с осадками происходит и в низкогорном подрегионе (увеличение на 53,5 мм/год). Максимум в весенний период - 22,3 мм, осенью – 9,2 мм, зимой – 2,3 мм.

Равнинно-холмистый подрегион рассмотрен на основе данных метеостанции «Черкесск». Здесь также происходит повышение температур на 1,9 °С за изучаемый период. Абсолютные максимумы увеличились на 2,7 °С, абсолютные минимумы на 1,6 °С. Наблюдается всесезонное увеличение температуры воздуха. Максимальное увеличение происходит в зимние и летние месяцы (на 2,0 °С). Весной и осенью на 1,5 °С.

Влагообеспеченность в этом подрегионе увеличилась на 32,8 мм, в основном за счет весеннего и осеннего периодов.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод о потеплении климата в КЧР, при этом оно имеет свои региональные особенности (Таблица 4).

Таблица 4. Показатели изменения климата в КЧР за 1972 – 2016 гг.

Климатические показатели	Климатические характеристики в природно-географических подрегионах КЧР				
	равнинно-холмистый	низко-горный	средне-горный	высокогорный	ср. по региону
Ср. годовая температура воздуха	+1,9	+1,3	+1,8	+1,7	+1,7
Ср. макс. температура воздуха	+2,7	+3,0	+2,6	+1,7	+2,5
Ср. мин. температура воздуха	+1,6	+0,8	+1,6	+1,6	+1,4
Температура воздуха зимой	+2,0	+2,3	+1,8	+2,0	+2,0
Ср. температура воздуха весной	+1,5	+2,3	+1,8	+1,7	+1,8
Ср. температура воздуха летом	+2,0	+1,9	+2,4	+1,9	+2,0
Ср. температура воздуха осенью	+1,5	+1,2	+1,2	+1,3	+0,2
Осадки, мм / год	+32,8	+53,5	101,2	-13,2	+43,8

Из региональных особенностей важно отметить максимальное увеличение температур в равнинно-холмистом подрегионе. Во всех подрегионах минимум приходится на январь. Максимум температур в равнинно-холмистом и предгорном подрегионе приходится на июль, а в высокогорьях он наступает в августе.

Потепление климата находит отражение в продолжительности вегетационного периода. Нередко, в периоды зимних оттепелей отмечаются первые признаки весенней вегетации – цветение шафрана сетчатого, гусиного лука, жимолости вьющейся. Поздней осенью, когда наблюдается устойчивое потепление, регистрируются характерные черты повторного развития ранневесенних фенофаз (вторичная вегетация) – цветение лещины, набухание и распускание почек ольхи серой, березы, сирени и др. Таким образом, вегетационный период в среднегорьях увеличивается от 230 до 270 дней и имеет прерывистый характер в зимние и поздние осенние месяцы. Увеличение

вегетационного периода повышает ассимиляционный потенциал окружающей среды и её оздоровительные функции.

Важное значение при анализе микроклимата имеет ветровой режим. (Рисунок 8).

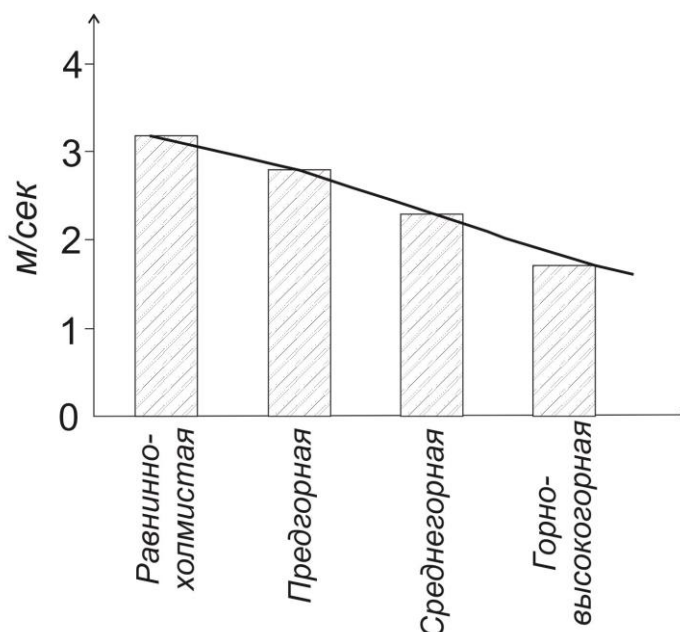


Рисунок 8. Скорость ветра в природно-географических подрегионах КЧР

Анализ данных метеостанций КЧР показывает, что скорость ветра за многолетний период наблюдений практически не изменяется. Тем не менее, равнинно-холмистый и частично предгорный подрегионы выделяются большим числом дней в году с высокой скоростью ветра и его практическим отсутствием, что составляет около 62 %.

Сумма дней с высокой скоростью ветра и его практическим отсутствием в среднегорьях составляет 56% в течение года. Наиболее часто такие дни наблюдаются в рекреационных поселениях Архыз и Теберда, особенно во втором полугодии.

В горно-высокогорном подрегионе КЧР число дней с высокой скоростью ветра в год составляет 58%. Чаще такие дни отмечаются в верховьях рек Б. Зеленчук и Кубань, в Зеленчукском и Карачаевском районах.

Преобладающими в верхней части подрегиона являются местные горно-долинные ветры.

Высокие скорости ветра на территории республики также чаще отмечаются в равнинно-холмистом и предгорном подрегионах. В отдельные дни скорость ветра в г. Черкесске достигает 27 м/с, а на прилегающих территориях – до 30 м/с.

В равнинно-холмистом и предгорном подрегионах преобладающие ветры значительно отличаются от среднегорных и горно-высокогорных подрегионов (Рисунок 9).

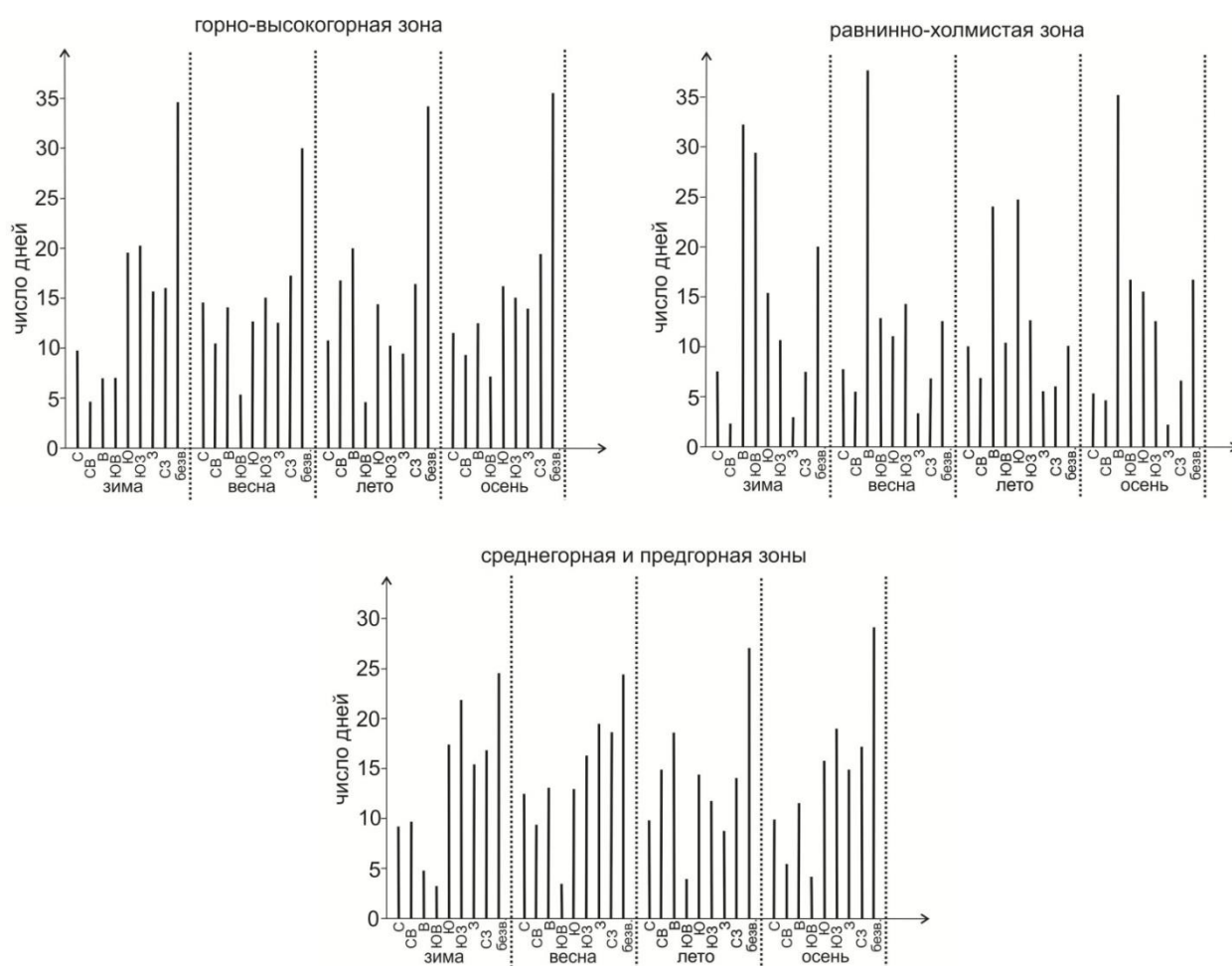


Рисунок 9. Направление и повторяемость ветров на территории КЧР

Равнинно-холмистый подрегион по розе ветров характеризуется преобладанием восточных, юго-восточных и южных ветров. Повторяемость восточных ветров - 35%. Они переносят выбросы в западном направлении. Остальная часть года - условия безветрия и высокой скорости ветра. В этой ситуации выбросы остаются пределах подрегиона.

В среднегорном подрегионе количество дней с безветрием и высокой скоростью ветра меньше (56%), чем на ниже расположенных территориях (62%). На территории среднегорий доминирующими ветрами являются южные (16%), юго-западные (17%) и северо-западные ветры (17%). Направление ветра в зоне подстилающей поверхности определяется расположением водосборных бассейнов. Выше хребтов, ограничивающих водосборные бассейны больших и малых рек, направление преобладающих ветров зависит от глобальных процессов перемещения воздушных потоков. Таким образом, в геоэкологической среде гор формируются микро- и мезоклиматические режимы.

Практически вся территория КЧР по природно-климатическим показателям относится к категории благоприятного рекреационного региона. Однако, по комплексным показателям комфортности отдельных районов и природно-географических территорий, хозяйственной деятельности, качества окружающей среды и состояния биосферы территории в регионе подчинены рекреационному районированию.

1.3. Трансграничная циркуляция атмосферного воздуха

Трансграничная циркуляция атмосферного воздуха КЧР определяется процессами наиболее типичными для северного склона западной части Большого Кавказа. На циркуляцию атмосферного воздуха существенно влияют особенности местной орографии - открытость к равнинному северу, барьерный характер расположения хребтов. Наиболее результативными действиями указанных факторов является замедление и горизонтальная трансформация фронтов западноевропейских циклонов, достигающих Кавказа, дающих значительное количество осадков. Этому способствует взаимодействие различных типов воздушных масс ввиду нахождения Большого Кавказа на границе умеренного и субтропического климатических поясов.

Таким образом, трансграничное перемещение воздушных масс в КЧР – результат общепланетарных особенностей циркуляции атмосферы формирующихся на границе субтропического и умеренного климатического

поясов умеренно-континентального сектора Евразии. Летом территория республики находится под воздействием субтропического Азорского антициклона, а зимой – западного отрога сибирского максимума, определяющих западно-восточный перенос воздушных масс [35,36,139]. Существенное влияние на циркуляцию и влагооборот в республике оказывает обширный Азово-Черноморский бассейн, барьерная роль осевой зоны, затрудняющей меридиональную циркуляцию и локальные особенности орографии хребтов Большого Кавказа [94,95].

1.4. Гидрографические условия и мониторинг качества поверхностных вод

Территории КЧР является источником водосбора, обеспечивающего транспортировку воды в Азово-Черноморский и Каспийский морские бассейны. Речная сеть республики представлена 419 реками общей протяжённостью 4203,2 км (густота речной сети 0,29 км/км²), большая часть которых относится к малым рекам и ручьям [41,59,60,101,102].

Основные горные реки республики: Кубань, Теберда, Большой и Малый Зеленчук, Уруп, Большая Лаба, Кума и Подкумок. В КЧР около 500 озёр, большинство из которых расположены в высокогорьях, выше 2000 м над уровнем моря [95].

Кубань – самая крупная река Северного Кавказа, берущая начало от слияния рек Уллукам и Учкулан, вытекающих от ледников Эльбруса и Водораздельного хребта. Длина ее 870 км (по КЧР – 170 км), площадь водосбора 57900 км² [173].

Загрязненность поверхностных вод гидрографической сети Кубани имеет прямое отношение к общей циркуляции воздушных потоков. Ветер, содержащий пыль, проникает в высокогорья, где дисперсные частицы пыли осаждаются на ледниках, в озерах, водных потоках [62]. Таким образом, загрязнение горных рек происходит у истоков. Минерализация высокогорных водных потоков в настоящее время значительно возросла, что подтверждается развитием фитопланктона, заилением и т.д.

Качество поверхностных вод бассейна Кубани существенно снижается в последнее время. Проведенный гидрохимический мониторинг реки Теберды, в рекреационном районе бассейна Кубани позволил установить характер загрязнения в створах отбора проб воды [130]. В целом, качество поверхностной воды р. Теберды, рассчитанное методом комбинаторного индекса загрязненности по совокупности полученных результатов гидрохимического мониторинга в 5 створах течения реки, оценивается как загрязненная (3 класса, разряда «а»). Период максимальной антропогенной нагрузки на геосистемы бассейна реки составляет до четверти века. В этот период отмечалось бесконтрольное, бессистемное освоение бассейна р. Теберды.

Если в начале XXI в. качество поверхностной воды р. Теберды ухудшалось вниз по течению в зависимости от хозяйственной освоенности водосборного бассейна, то в настоящее время мы наблюдаем ситуацию кардинально противоположного характера – загрязненность воды увеличивается вверх по течению и максимальных значений достигает в пос. Домбай, что связано с интенсивным, бессистемным освоением верховий бассейна реки.

Качество воды верховий р. Большой Зеленчук за 2 года наблюдений значительно ухудшилось, удельный комбинаторный индекс загрязненности повысился в 2 раза, до 2,1 и стал характеризовать воду в реке 3-м классом как загрязненную [60,130].

Мониторинг качества поверхностной воды р. Кубани, проведенный в 11 створах [60,130], позволил установить, что интенсивность антропогенного влияния на поверхностные воды увеличивается от истоков вниз по течению. Высокогорные истоки рек пока остаются достаточно чистыми и соответствуют стандартам.

Соотношение качества воздушной среды и поверхностных вод в зонах хозяйственной деятельности КЧР рассмотрено в главе 4.

1.5. Структура и динамика лесного фонда

Изучением структуры и динамики лесных сообществ и экосистем КЧР занимались многие исследователи: Анучин Н.П., Борисова И.В., Гроссгейм А.А.,

Гулисашвили В.З, Дега Н.С., Онищенко В.В., Джандубаева Т.З., Захаров В.К., Тумаджанов И.И., Хрусталеv Ю.П., Салпагаров Д.С. [4,25,49,51,64,75,177,184].

Исключительно важную роль в ассимиляционном процессе состояния воздушной среды ПТК КЧР выполняет растительность. Леса на территории республики представлены в основном лесным фондом, находящимся в ведении Министерства природных ресурсов Карачаево-Черкесской Республики. Леса, не входящие в лесной фонд – это городские леса (г. Черкесска) и леса, принадлежащие администрациям районов 2,4 тыс. га. Леса Тебердинского национального парка составляют 27,7 тыс. га [173].

Общая площадь лесного фонда КЧР составляет 397,1 тыс. га, в том числе покрытая лесом – 373,0 тыс. га, из них возможная для эксплуатации площадь – 126 тыс. га, в том числе занятая хвойными породами – 106,1 тыс. га [173].

Из общей площади земель лесного фонда лесные земли составляют 374,3 тыс. га – 94,26%, нелесные земли 22,8 тыс. га – 5,74 %, в том числе сенокосы 2,5 тыс. га и пастбища – 3,0 тыс. га, воды – 1,6 тыс. га [173].

Из всего многообразия произрастающих пород в составе лесов КЧР наибольшее распространение имеют: бук – занимает 20,5% от покрытых лесом земель; сосна (разных видов) – 20,1 %; дуб (разных видов) – 8,6%; береза (с преобладанием бородавчатой) – 24,6% [173].

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Загрязнение атмосферного воздуха представляет собой процесс образования в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха [42,180,181]. Однако, эти нормативы, как правило, отражают интересы экономического развития, оттесняя экологическую комфортность на второстепенные позиции. Таким образом, производственная деятельность, связанная с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, регулируется в рамках сформированных технологических циклов, или в экономических интересах природопользователей. Складывающийся конфликт интересов промышленного производства, интенсивного природопользования и комфортно ориентированной рекреации требует комплексного научно обоснованного геоэкологического мониторинга в устойчивом региональном развитии.

Влияние загрязнения атмосферного воздуха носит нелинейный экспоненциальный характер. Например, увеличение загрязненности воздуха в два раза вызывает повышение общей заболеваемости населения примерно на 20%, заболеваний органов дыхания на 25%. Заболеваемость раком легких увеличивается на 5% при аналогичном повышении в воздухе бензапирена. Таким образом, при комплексном загрязнении воздуха следует принимать во внимание эффект неполной оценки качества воздушной среды. В расчетах значений комплексного показателя существует множество подходов.

2.1. Существующие подходы исследований воздушной среды на Северном Кавказе

Исследованиями качества атмосферного воздуха на территории Северного Кавказа занимался ряд авторов. Наиболее изучены и освещены исследователями проблемы загрязнения атмосферного воздуха в Ставропольском крае, Дагестане, Чеченской Республике, Республике Северная Осетия – Алания. В Ставропольском

крае проводились детальные исследования содержания и пространственно-временной изменчивости тяжелых металлов в атмосферном воздухе городов [106]. В результате обработки данных мониторинга загрязнения атмосферы в каждом исследуемом городе посредством программного обеспечения (ГИС-технологии) и других методов определена степень воздействия физико-географических условий на накопление и рассеивание элементов, дана оценка состояния воздушного бассейна региона. В Дагестане основные исследования проводились в городе Махачкале. Ввиду того, что значительную роль в загрязнении атмосферного воздуха города играет автотранспорт, отборы проб атмосферного воздуха проводились на крупных автомагистралях [33]. В результате отбора проб были установлены концентрации азота диоксида, серы диоксида, свинца. Полученные данные свидетельствовали о высоком уровне запыленности и загазованности атмосферного воздуха города. Тем не менее, в г. Махачкале наблюдается ежегодное увеличение автотранспорта, что приводит к дальнейшему усугублению сложившейся ситуации. Установлена прямая зависимость заболеваемости детского населения болезнями дыхательной, эндокринной, мочеполовой системы с высоким уровнем загрязнения атмосферы региона [132].

Другим регионом исследования качества атмосферного воздуха является Северная Осетия – Алания. Город Владикавказ – крупнейший промышленный центр Северного Кавказа. В правобережной части сосредоточены основные промышленные предприятия – загрязнители атмосферного воздуха. Мониторингом состояния атмосферного воздуха на территории города занимается территориальное подразделение Росгидромета, наблюдения ведутся на 4-х стационарных постах по таким показателям как: азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, хлористый водород, аммиак, пыль. Имеются также автоматизированные посты наблюдения. Полученная и обработанная информация характеризует состояние атмосферного воздуха г. Владикавказа как неудовлетворительное [85]. Мониторинг атмосферного воздуха показал его несоответствие гигиеническим нормативам и неизменный рост в течение последних 5 лет наблюдений.

Загрязнение атмосферного воздуха на территории Чеченской Республики также изучено достаточно подробно. В связи с известными событиями 90-х – начала 2000-х тысячных годов здесь практически нет объектов промышленного производства, имеющих стационарные источники выбросов. Основным источником выбросов – автотранспорт. Мониторинг состояния атмосферного воздуха на территории республики осуществляется на стационарных и маршрутных постах Минприроды Чеченской Республики. Исследователями [187] были проанализированы данные с вышеуказанных постов в динамике за 5 лет, рассчитаны индексы загрязнения атмосферы. Согласно полученным индексам загрязнение атмосферы характеризуется значением в 5 баллов, что соответствует хорошему качеству атмосферного воздуха региона.

2.2. Особенности методологических подходов исследования качества воздушной среды КЧР

Методология исследований формировалась, исходя из постановки решаемых задач, с учетом особенностей исследуемых объектов, включает картографический, статистический методы, методы количественного химического анализа, корреляционно-регрессионного анализа, геоинформационных (ГИС) – технологий и др. и основана на анализе сезонной динамики и структуры загрязнения.

На территории республики выполнялось комплексное исследование загрязнения атмосферного воздуха, детальное изучение особенностей и причин уровня загрязнения, его влияние на здоровье населения и окружающую среду в целом, разработаны рекомендации по проведению охранных мероприятий атмосферного воздуха.

Комплексный мониторинг загрязнения атмосферного воздуха осуществлялся на лабораторной базе ЦЛАТИ по КЧР.

В соответствии с требованиями РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [154] и ГОСТа 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера» [42]. Посты устанавливались в местах, оптимально характеризующих качество воздушного бассейна по административным районам, специфике

хозяйственной деятельности, природно-климатическим условиям и т.д. (Рисунок 10). Попутно отбирались пробы поверхностных вод с последующим гидрохимическим анализом по соответствующим методикам.

Точки отбора проб воздуха выбраны по результатам предварительных исследований загрязнения воздушной среды промышленными выбросами, выбросами автотранспорта, бытовыми и другими источниками, а также с учетом изучения метеорологических условий, отражающих рассеивание и концентрации атмосферных примесей. При этом учитывалась повторяемость направления ветра над территорией отбора проб. Для характеристики распределения концентрации атмосферных примесей в городской среде посты, в первую очередь, установлены в тех жилых районах, где возможны наибольшие уровни загрязнения, затем в административном центре и в жилых районах с различными типами застройки, а также в парках и зонах отдыха. К числу наиболее загрязненных районов относятся зоны наибольших максимальных разовых и среднесуточных концентраций. Эти концентрации создаются выбросами промышленных предприятий, а также на транспортных магистралях.



Рисунок 10. Карта-схема точек отбора проб воздуха на территории КЧР

Наблюдения на выбранных точках маршрутов осуществлялись по сокращенной программе и скользящему графику. В первой половине дня (в 7,10 и 13 часов) – во вторник, четверг, субботу или во второй половине дня (в 16,19 и 22 часа) – в понедельник, среду, пятницу. В результате отбора проб определялись максимально разовые концентрации загрязняющих веществ.

Проводился мониторинг наиболее распространенных загрязняющих веществ: азота диоксида, серы диоксида, углерода оксида, аэрозолей производственных выбросов, представляющих угрозу превышения ПДК: взвешенные (твердые) вещества, аммиак, фенол, формальдегид (Таблица 6).

В соответствии с действующими методами определялись максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ.

Таблица 6. Перечень загрязняющих веществ и методов определения их максимально разовых концентраций(мг/м³)

Вещество	Принцип метода	Методика	Приборы и оборудование
Азота диоксид (NO ₂)	фотометрический	РД 52.04.186-89, п.5.2.1.3,п.5.2.14	аспиратор А-01, фотометр КФК-3-01
Серы диоксид (SO ₂)	экспресс-анализ (электро-химический)	руководство по эксплуатации метеометра	метеометр МЭС-200А»
Углерода оксид (CO)	экспресс-анализ (электро-химический)	руководство по эксплуатации газоанализатора	газоанализатор «Элан-СО-50»
Взвешенные вещества (PM _{2,5})	гравиметрический	РД 52.04.186-89 п. 5.2.6, РД 52.04.893-2020, п.11,12	весы электронные GR-200, аспиратор мод. 822, напорная трубка НИИОГАЗ, термометр ТТМ, секундомер СОПрр-2а-3-000
Аммиак (NH ₃)	экспресс-анализ (электро-химический)	руководство по эксплуатации газоанализатора	газоанализатор «ЭКОЛАБ А»
Фенол (C ₆ H ₆ O)	хроматографический с флуоресцентным детектированием	МУК 4.1.1478-03	хроматограф газовый портативный «ФГХ-1», барометр-анероид «М67», психрометр аспирационный «М-34-»
Формальдегид (CH ₂ O)	экспресс-анализ (электро-химический)	руководство по эксплуатации газоанализатора	газоанализатор «ЭКОЛАБ А»

Полученные данные наблюдений за концентрациями загрязняющих веществ на маршрутных постах - это совокупность случайных величин - единичных разовых показателей загрязнения атмосферы. Далее на основании результатов наблюдений определен уровень загрязнения атмосферы и выполнена суммарная оценка качества атмосферного воздуха в республике. Для этого рассчитаны следующие статистические характеристики загрязнения атмосферы [172]:

- среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере $\bar{C}_{\text{ср}}$, мг/м³

- среднеквадратическое отклонение σ , мг/м³.

Среднегодовые концентрации отдельных загрязнителей не могут отражать реальную картину загрязнения атмосферы в регионе, поэтому для оценки суммарного загрязнения атмосферы в целом используется комплексный индекс загрязнения (ИЗА) ($I(n)$) (КИЗА) [155].

КИЗА $I(n)$, учитывающий n загрязняющих веществ, рассчитывается по формуле:

$$I(n) = \sum_i^n I_i = \sum_i^n \left(\frac{X_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{C_i}$$

где X_i – среднегодовая концентрация i -го вещества,

ПДК_i – его среднесуточная предельно допустимая концентрация,

C_i – не лимитируемый коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к показателю загрязнения воздуха диоксидом серы.

Значения C_i равны 0.85, 1.0, 1.3 и 1.5 соответственно для 4, 3, 2 и 1 классов опасности вещества [155].

ИЗА позволяет определить уровень загрязнения атмосферы (в единицах ПДК серы диоксида), показывает во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности примесей в целом.

Для сравнимости результатов они рассчитываются для одинакового количества (n) веществ. Для этой цели используется индивидуальный подход к

расчету ИЗА – $I_{(n)}$. По парциальным значениям I_i для отдельных примесей вначале составляется вариационный ряд, в котором $I_1 > I_2 > \dots > I_n$. Затем рассчитывается $I_{(n)}$ для заданного и одинакового количества m . Из анализа данных наблюдений за загрязнением атмосферы получено, что в атмосферном воздухе городов региона имеется 4 – 5 веществ, которые определяют основной вклад в создание высокого уровня загрязнения.

В целях определения источников загрязнения атмосферного воздуха республики, помимо непосредственных наблюдений использованы данные отчетов №2-ТП (воздух), ежегодно представляемых хозяйствующими субъектами в территориальный орган Росприроднадзора. В указанных отчетах отражаются выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников.

Комплексная оценка качества атмосферного воздуха КЧР не представляется без учета парниковых газов. Основным источником поступления парниковых газов в атмосферу республики является сжигание топлива. Суммарные выбросы парниковых газов рассчитываются с учетом потенциалов глобального потепления парниковых газов и выражаются в CO_2 -эквиваленте.

Количественное определение выбросов CO_2 -эквивалента от сжигания топлива выполняется расчетным методом по формуле [154,155]:

$$E_{\text{CO}_{2,y}} = \sum_{j=1}^n (FC_{j,y} \times EF_{\text{CO}_{2,j,y}} \times OF_{j,y}),$$

где $E_{\text{CO}_{2,y}}$ - выбросы CO_2 от стационарного сжигания топлива за период y , т CO_2 ;

$FC_{j,y}$ - расход топлива j за период y , тыс. м^3 , т, т у.т.;

$EF_{\text{CO}_{2,j,y}}$ - коэффициент выбросов CO_2 от сжигания топлива j за период y , т CO_2 /ед.;

$OF_{j,y}$ - коэффициент окисления топлива j , доля;

j - вид топлива, используемого для сжигания;

n - количество видов топлива, используемых за период y .

Используя данную методику, рассчитаны выбросы CO_2 -эквивалента от сжигания топлива в республике в течение 10 лет.

Комплексность оценки качества атмосферного воздуха нашла свое выражение в выявлении взаимосвязи с качеством природной воды в водоемах республики. Для оценки качества природной воды использовался комплексный показатель – удельный комбинаторный индекс загрязненности воды УКИЗВ S'_j [156].

УКИЗВ определяется по формуле:

$$S'_j = \frac{S_j}{N_j},$$

где S_j - комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе;

N_j - число учитываемых в оценке ингредиентов.

Значение УКИЗВ может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16. Большему значению индекса соответствует худшее качество воды в различных створах, пунктах и т.д. Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности: 1-й класс - условно чистая; 2-й класс - слабо загрязненная; 3-й класс - загрязненная; 4-й класс - грязная; 5-й класс - экстремально грязная.

Большей степени загрязненности воды комплексом загрязняющих веществ соответствует больший номер класса.

Используя полученные данные о загрязнении атмосферного воздуха и воды, количестве выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников проведено построение карт-схем, гео моделирование посредством программного обеспечения ArcGIS [37]. Построение карт-схем – наиболее простой и наглядной способ отображения имеющейся информации, в данном случае – распределения выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников по районам республики. Для этого имеющиеся данные о количестве выбросов в табличной форме формата EXCEL сначала преобразованы нами в «.csv» и далее привязаны к таблице атрибутивов посредством уникальных идентификаторов ID, соответствующих районам республики.

Процедура построения ГИС-моделей распределения концентраций азота диоксида, серы диоксида, углерода оксида, взвешенных веществ в атмосферном воздухе по районам республики, начинается с поиска и обозначения меток в Google Earth точек отбора проб воздуха на территории КЧР (Рисунок10). Далее все точки отбора проб, отмеченные в Google Earth, выгружены в формате «.kml» и импортированы в ArcMap через программное обеспечение ArcGIS. Значения, показывающие загрязнённость атмосферного воздуха, были сведены в таблицы формата «.csv», после чего преобразованные таблицы были привязаны к импортированным точкам [71,128].

После загрузки точек в проект ArcMap произведена пространственная интерполяция полей загрязненности методом обратных взвешенных расстояний (IDV). Данный метод в своей основе идентифицирует близкие по уровню загрязнения объекты географической среды в большей степени, чем удалённые. Из чего следует, что пространственное распределение полей по степени загрязненности при интерполяции зависит от расстояний между исходным объектом наблюдения и прогнозируемой площадью. Принцип последовательности работы метода схематично представлен на рисунке 11, из чего следует, что в границах поиска (красный круг), расположены только ближайшие точки (красного цвета). Именно по ним будет производиться интерполяция прогноза загрязненности объектов среды для точек с неизвестными характеристиками (зелёный цвет точек на схеме). За пределами границ поиска (синий цвет обозначений), показатели качества среды не учитываются, как не существенные, при прогнозировании распространения комплексных показателей загрязнения. Разброс точек, участвующих в интерполяции, определяет результирующий вектор степени загрязненности географической среды. На схеме взаимодействие точек обозначено красно-зеленой линией градиента загрязненности, чем короче эта линия (чем исходная точка ближе к прогнозируемой), тем больше влияние точки наблюдения на конечный результат интерполяции.

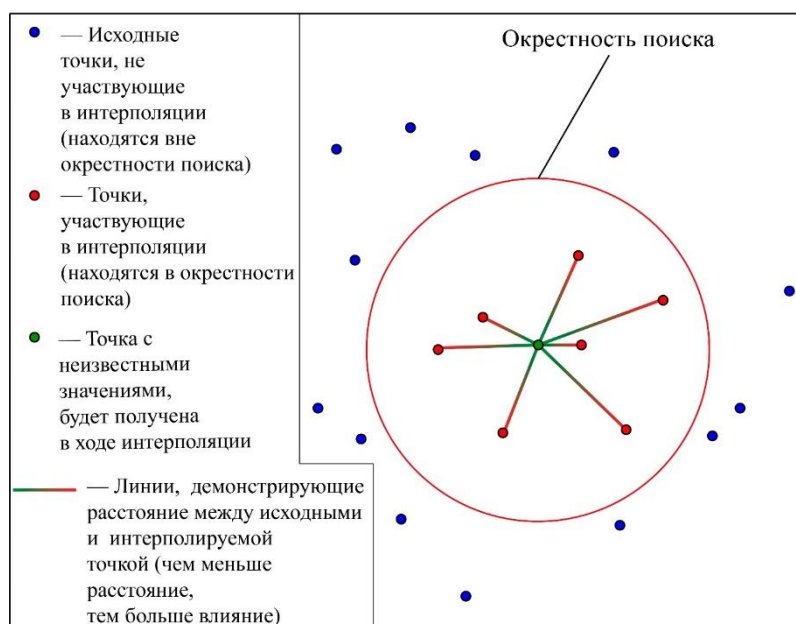


Рисунок 11. Схема физической интерпретации метода обратных взвешенных расстояний

Представленная схема отражает ситуацию только для одной точки. В реальности, как правило, значения рассчитываются не для точек, а для ячеек раstra, при этом процесс интерполяции производится для каждой ячейки.

Данный метод более перспективен по причине того, что максимальные и минимальные значения рассматриваемых показателей приурочены только к исходным ячейкам. Поэтому метод обратных взвешенных расстояний не создаёт постепенных (локальных) понижений или повышений, выходящих за пределы исходных значений, и позволяет моделировать поверхность трансформированной географической среды в большей степени, приближенной к измерениям, произведённым на местности.

В целях выявления взаимосвязи и взаимовлияния загрязненности атмосферного воздуха и природной воды нами проведен расчет КИЗА в каждой точке отбора проб атмосферного воздуха (Рисунок 10) и расчет УКИЗВ в каждой точке отбора проб природной воды (Рисунок 12).

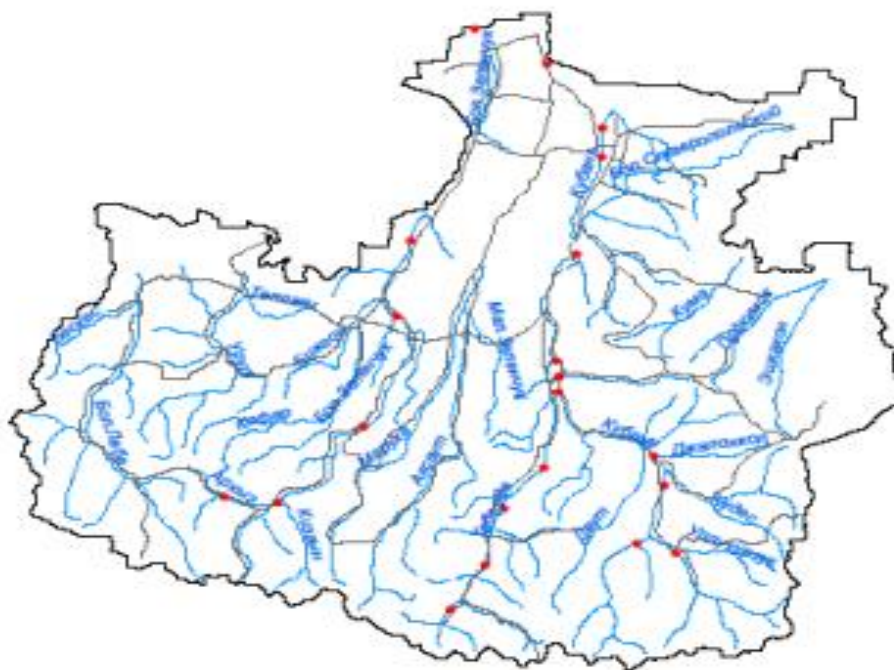


Рисунок 12. Карта-схема точек отбора проб поверхностной воды на территории КЧР

На основании имеющихся данных нами проведено гео моделирование путем построения геоинформационных моделей распределения КИЗА и УКИЗВ на территории республики. Приведенным методом обратных взвешенных расстояний (IDV) произведена пространственная интерполяция.

Для построения модельных поверхностей распространения КИЗА была отдельно сформирована среда проекта. Экстент и маска проекта были заданы соответствующими границам КЧР, не выходящими за пределы цифровых границ республики.

Применение данного методического подхода в исследовании распространения загрязненности географической среды позволяет моделировать поля, отражающие реальное распространение комплексных загрязнителей от точек наблюдений, не ограничиваясь привязкой наблюдений только к источнику загрязнения. Таким образом, получаемая модель распространения загрязнения среды по комплексным показателям КИЗА и УКИЗВ исключает принцип постепенного снижения степени загрязненности среды при удалении от источника загрязнения. В данном случае мы получаем дифференцированные поля

распространения загрязненности в среде, границы которых формируются в зависимости от совокупности экологических факторов. Для воды – скорость стока, турбулентность водной толщи, структура донных отложений, рельеф русла реки и т.д. Для воздушной среды – роза ветров, насыщенность водяного пара, локальная циркуляция воздушных потоков и др.

После получения поверхностей с применением интерполяции производилась оценка взаимосвязи между уровнем загрязнения воды и уровнем загрязнения воздуха. Для этого был использован инструмент взвешенных наложений (Weighted Overlay), который позволяет создать поверхность, демонстрирующую, насколько взаимосвязаны значения двух и более растров.

Инструмент взвешенных наложений заключается в следующем (Рисунок 13): по нескольким растрам (например, двум, как в нашем случае) осуществляется попеременное сравнение ячеек, расположенных в одном месте на разных растрах. По ним, опираясь на взаимовлияние растров, находится значение, которое вносится в соответствующую ячейку нового растра. Важно учитывать, что при взвешенном наложении необходима одна переменная, влияние которой указывает, насколько значения одного растра важнее других. Роль степени влияния можно выразить следующей формулой:

$$x = x_1 \frac{v_1}{100} + x_2 \frac{v_2}{100}$$

где: x - значение в ячейках растра, полученного после взвешенного наложения; x_1 и x_2 - значения в ячейках двух сопоставляемых растров; v_1 и v_2 - величины влияния растров (в процентах). В нашем случае (Рисунок 13) установлено равное влияние растров (50%), таким образом, значения в полученном растре представляют среднее между значениями первого и второго растров. Например, в верхней левой ячейке обоих растров значение равно двум, а значит, что и в результирующем растре останется такое значение. В правой нижней ячейке, на первом растре значение равно единице, тогда как на втором растре оно равно трём, в результате чего у нас получается среднее значение между единицей и тройкой - два. В правой верхней ячейке первого растра значение равно двум, тогда

как в этой же ячейке второго растра - трём, среднее между этими двумя числами два с половиной, которое в нашем случае округляется до трёх.

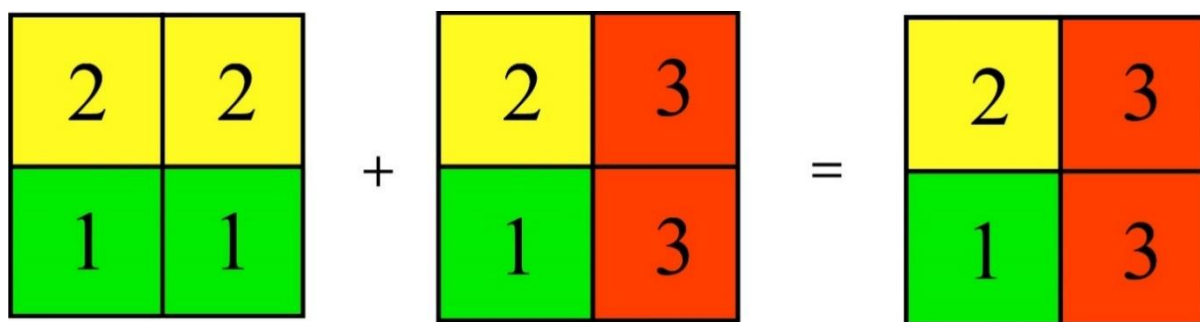


Рисунок 13. Механизм работы инструмента взвешенного наложения с равным слиянием растров

Перед непосредственным применением этого подхода было необходимо достигнуть сравнимости значений с интерполированными поверхностями. Поскольку комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) и удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ) измеряются в разных величинах, было необходимо привести эти значения к одним унифицированным единицам. Для решения этой задачи, использовался инструмент переклассификации (Reclassify), который позволяет перевести значения из специфичных единиц измерения в весовые (например, к значениям от 1 (Min) до 10 (Max)). Перевод из специфичных единиц измерения к весовым значениям был произведён при помощи метода естественных границ (Natural breaks). Необходимо отметить, что перед переклассификацией растры, отвечающие за уровень загрязнения атмосферы, были обрезаны под экстенст растров, отвечающих за уровень загрязнения воды. Это было сделано для того, чтобы данные о количестве вредных веществ в воздухе принимали значения от 1 до 10 только в пределах выбранных долин.

После выполнения переклассификации было произведено взвешенное наложение предварительно обрезанных растров КИЗА с растрами УКИЗВ. В каждом из случаев растрам, отвечающим за уровень загрязнения атмосферы, и растрам, отвечающим за уровень загрязнения воды, были присвоены одинаковые значения влияния на уровне 50%.

Следует отметить, что в результате взвешенного наложения двух растров, даже если они приведены к весовым значениям от 1 до 10, может получиться результат, в котором некоторые из значений (от 1 до 10) не будут присутствовать. Это происходит в связи с тем, что при сопоставлении двух растров и выполнении взвешенного наложения на их основе, не всегда получаются ожидаемые комбинации значений. Например, если на обоих растрах не будет совпадающих ячеек со значением 1, то и на результирующем растре не создадутся ячейки с таким значением.

По результатам проведенного исследования с применением предлагаемой методики взвешенного наложения растров получены унифицированные модели дифференциации качества воздушно-водной среды в наиболее репрезентативных долинах КЧР.

Загрязнение окружающей среды, в частности загрязнение атмосферного воздуха, существенно влияет на заболеваемость населения КЧР. Количественная оценка этой зависимости проводилась на основе статистического анализа. Использование корреляционно-регрессионного метода позволяет выявить тесноту связей между загрязнением атмосферного воздуха и заболеваемостью населения, а регрессионный анализ позволяет оценить тренды динамики загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемости, а также построить математическую модель зависимости [96,172]. Теснота связей анализировалась на основе коэффициента парной линейной корреляции (r):

$$r = \frac{\sum (x_1 - M_1) \times (x_2 - M_2)}{\sqrt{\sum (x_1 - M_1)^2} \times \sqrt{\sum (x_2 - M_2)^2}},$$

где x_1, x_2 - значения первой и второй переменных;

M_1 и M_2 - средние значения первой и второй переменных.

В качестве переменных рассматриваются показатели состояния окружающей среды и критерии общественного здоровья.

Для построения прогнозной модели вида $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ использована формула множественной регрессии:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k,$$

где y – зависимая переменная (результативный признак), x_k – признак – факторы.

Основная цель множественной регрессии – построить модель с большим числом факторов, определив при этом влияние каждого из них в отдельности, а также совокупное их воздействие на моделируемый показатель. В нашем случае y – показатель заболеваемости на 1000 населения по отдельным нозологиям; x – индексы загрязнения атмосферного воздуха отдельными веществами (азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, взвешенные вещества). Применение стандартных пакетов для определения параметров модели вышеперечисленных факторов с помощью множественной регрессии позволило получить результаты.

Полученные результаты (коэффициенты корреляции) и распространение заболеваемости по средним показателям по основным нозологиям были соединены и отражены на картах-схемах. В ПО ArcGIS было построено 8 карт-схем по 4 наиболее частым нозологиям в детской и взрослой возрастных группах. В качестве основы для создания карт-схем были использованы контуры сетки административно-территориального деления КЧР, дорожная и гидрографическая сеть, точки основных населённых пунктов, а также таблицы со статистическими данными по заболеваемости. Таблицы с информацией по заболеваемости были импортированы в ArcMap, основные показатели сопоставлялись с сеткой административно-территориального деления по названиям районов. Для автоматизированного соединения статистической информации и контуров географических объектов был использован инструмент Join. Оформление карт-схем выполнено в едином стиле: по сетке административно-территориального деления построены картограммы средней заболеваемости за исследуемый период (Symbology-Quantities-Graduated colors), шкала карт-схем состоит из пяти делений, для каждого из районов построена столбчатая диаграмма (Symbology-Charts-Bar/Columns) корреляции заболеваемости с основными загрязняющими веществами. Для наглядности на столбчатой диаграмме показан столбец с

максимальным значениям корреляции в единицу. Основные географические объекты были подписаны с использованием свойства Label Features.

Негативное воздействие загрязнения атмосферного воздуха на живые организмы нашло свое отражение в усыхании елей в Тебердинском национальном парке. Для того чтобы установить вышеуказанное воздействие нами был проведен отбор проб хвои елей усохшей и хвои ели здоровой (фоновый образец).

В лаборатории проведен анализ на содержание веществ (Таблица 7).

Таблица 7. Перечень показателей (химических веществ) в навесках хвои ели восточной по методам определения их концентраций (мг/кг)

Вещество	Принцип метода	Методика	Приборы и оборудование
Хром	атомно-абсорбционная спектрометрия	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002	спектрофотометр атомно-абсорбционный «Shimadzu AA-7000», сканирующий спектрофотометр «UV-1800»
Железо	атомно-абсорбционная спектрометрия	ПНД Ф 16.3.24-2000	спектрофотометр атомно-абсорбционный «Shimadzu AA-7000», сканирующий спектрофотометр «UV-1800»
Медь	атомно-абсорбционная спектрометрия	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002	спектрофотометр атомно-абсорбционный «Shimadzu AA-7000», сканирующий спектрофотометр «UV-1800»
Цинк	атомно-абсорбционная спектрометрия	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002	спектрофотометр атомно-абсорбционный «Shimadzu AA-7000», сканирующий спектрофотометр «UV-1800»
Кадмий	атомно-абсорбционная спектрометрия	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002	сканирующий спектрофотометр «UV-1800», сканирующий спектрофотометр «UV-1800»
Свинец	атомно-абсорбционная спектрометрия	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002	спектрофотометр атомно-абсорбционный «Shimadzu AA-7000», сканирующий спектрофотометр «UV-1800»

Продолжение Таблицы 7

Никель	атомно-абсорбционная спектрометрия	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002	спектрофотометр атомно-абсорбционный «Shimadzu AA-7000», сканирующий спектрофотометр «UV-1800»
Марганец	атомно-абсорбционная спектрометрия	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002	спектрофотометр атомно-абсорбционный «Shimadzu AA-7000», сканирующий спектрофотометр «UV-1800»
Кобальт	атомно-абсорбционная спектрометрия	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002	спектрофотометр атомно-абсорбционный «Shimadzu AA-7000», сканирующий спектрофотометр «UV-1800»
Азот аммонийный	фотометрический	ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.30-02	фотометр «Эксперт 003», люксметр-пульсметр «ТКА-ПКМ»
Нитритный азот	фотометрический	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:51-08	фотометр «Эксперт 003», люксметр-пульсметр «ТКА-ПКМ»
Фосфат-ион	фотометрический	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:51-08	фотометр «Эксперт 003», люксметр-пульсметр «ТКА-ПКМ»

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ КЧР

Практически важным этапом оценки загрязнения атмосферного воздуха является геомоделирование - инструментарий для разработки региональных программ экологической политики и определения ее приоритетов. Моделирование структуры и распространения загрязняющих веществ и смесей в атмосферном воздухе населенных пунктов и городов требует комплексного учета многих факторов, влияющих на качество атмосферы. В природно-климатических условиях КЧР - это прежде всего рельеф, перераспределяющий климатические параметры и формирующий местную циркуляцию воздушных потоков. Каждый из показателей в силу своих специфических особенностей предполагает использование различных математических моделей и баз данных. Для решения таких весьма сложных задач целесообразно использование методов математического моделирования и ГИС-технологий.

Один из подходов моделирования заключается в создании информационной системы обеспечения геоэкологического мониторинга и прогнозирования перспектив загрязнения атмосферы КЧР техногенными и прочими выбросами. Информационная система предопределяет оптимальный расчет и анализ концентраций загрязняющих веществ в атмосфере с учетом разносторонней характеристики источников выбросов и метеорологических показателей, обработки данных качества атмосферы с использованием мониторинговой информации передвижных маршрутов.

3.1. Источники и структура выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Основные загрязнители приземных слоев атмосферы в КЧР — это стационарные промышленные источники и передвижные источники (в основном автотранспорт) (Рисунок 14, Таблица 8).

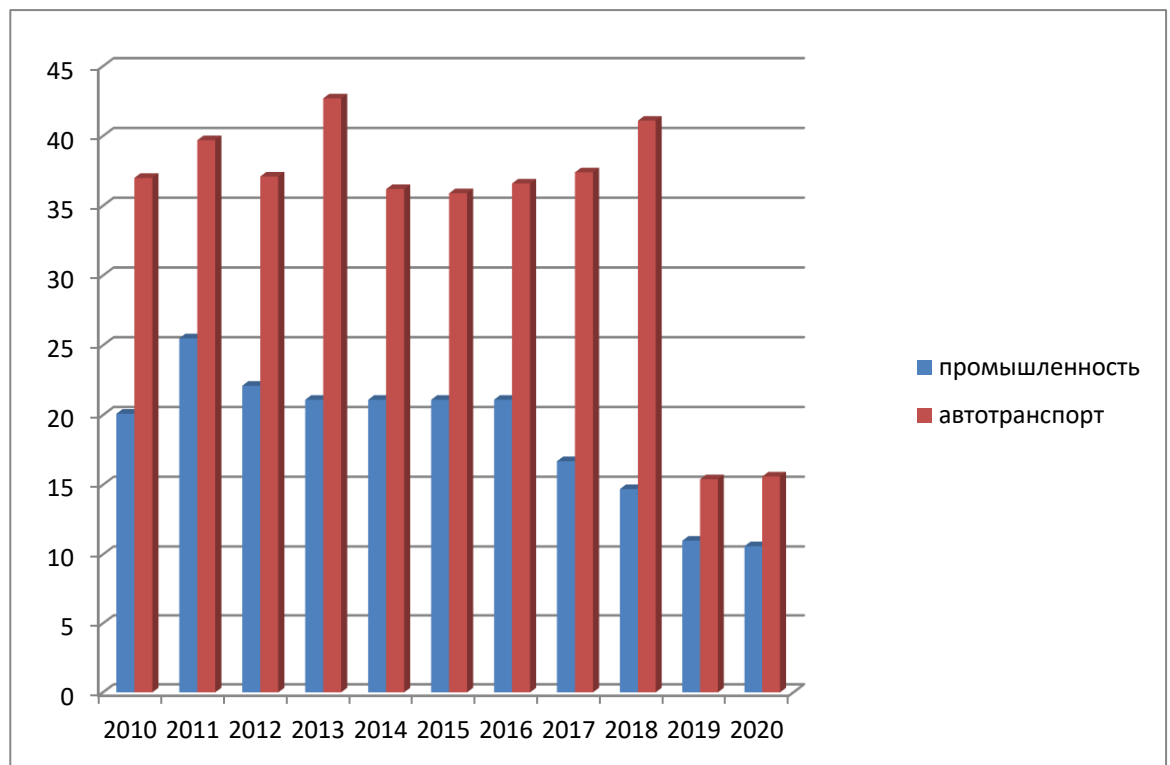


Рисунок 14. Динамика выбросов от основных источников загрязнения воздушного бассейна КЧР

Среди стационарных источников загрязнения воздуха зарегистрировано около 240 объектов, среди передвижных – более 127000 единиц автотранспорта, в том числе легковых автомобилей около 100000 единиц [11].

Таблица 8. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух КЧР
за 2010-2020 гг. [136]

Загрязняющие вещества	Выброшено тыс. тонн										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Взвешенные вещества	8,117	11,63	6,3	5,978	4,45	4,504	4,366	5,951	6,138	4,878	5,015
Серы диоксид	0,561	0,588	0,47	0,49	0,341	0,321	0,300	0,541	0,558	0,118	0,097
Углерода оксид	29,813	32,602	32,5	35,839	30,175	29,761	30,659	29,755	30,69	8,012	7,507
Оксиды азота	11,579	12,819	10,8	11,016	8,685	8,397	8,396	9,738	10,044	9,648	9,55
ЛОС	3,913	4,285	2,9	0,484	0,31	0,441	0,374	1,623	1,674	0,303	0,701
Углеводороды без ЛОС	2,877	3,02	5,612	9,781	7,756	7,029	9,573	5,951	6,138	3,422	3,303
Прочие	0,24	0,256	0,618	0,212	0,183	0,147	0,132	0,541	0,558	0,019	0,027

Основным загрязнителем атмосферного воздуха в республике. является автотранспорт (Рисунок 14). На его долю приходится 70 % от общего количества выбросов.

Структура атмосферных выбросов включает 196 видов загрязняющих веществ (ЗВ). Они имеют разные классы опасности. От чрезвычайно опасных (I) – ПДК м.р. $<0,1 \text{ мг/м}^3$, до малоопасных (IV) – (ПДК м.р. $>0,1 \text{ мг/м}^3$).

Предприятия энергетического комплекса и транспорта формируют выброс наиболее токсичных веществ (I и II классы опасности).

Все загрязняющие вещества в исследовании сведены в следующие категории: оксиды азота, серы диоксид, углерода оксид, взвешенные вещества, летучие органические соединения (ЛОС), углеводороды без ЛОС.

Ежегодное распределение категорий загрязняющих веществ представлено в таблице 8. Из таблицы следует, что основным загрязняющим веществом, выбрасываемым в атмосферу республики, является углерода оксид.

Структура загрязнений воздушной среды КЧР по отраслям хозяйства представлена на Рисунке 15.

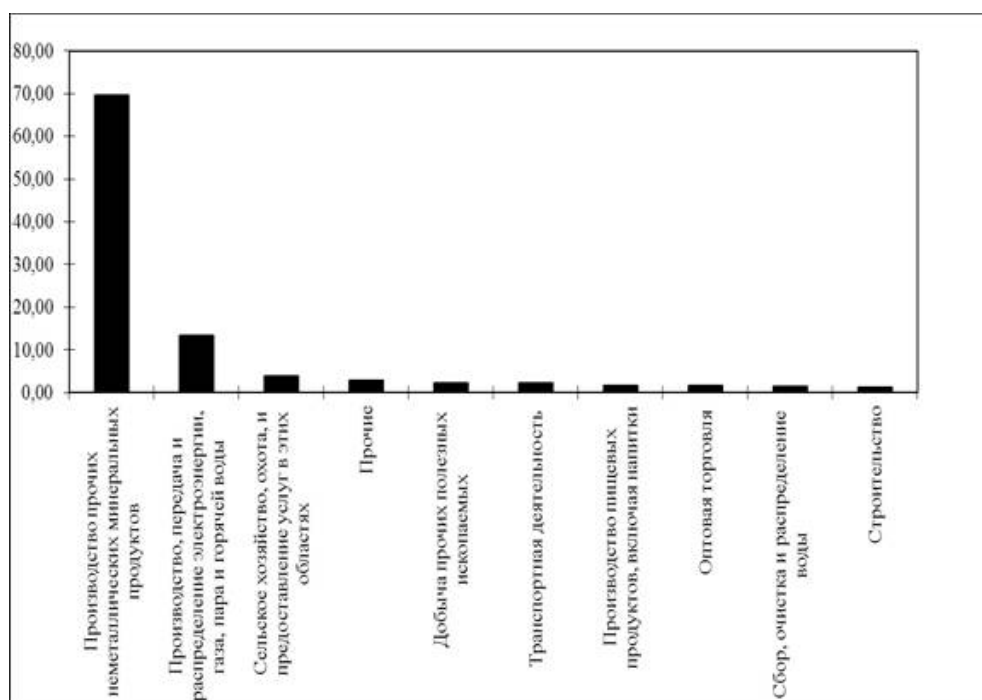


Рисунок 15. Основные отрасли - поставщики загрязняющих веществ в атмосферу КЧР

Как видно из рисунка 15, отрасли промышленности «Производство прочих неметаллических минеральных продуктов» и «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» вносят основной вклад в загрязнение воздушной среды республики.

Предприятия, относящиеся к первой отрасли, занимаются производством строительных материалов: цемента, известняка, гипса. Среди подобных предприятий региона доминирующее положение в части выбросов загрязняющих веществ занимает завод АО «Кавказцемент».

На заводе используется «мокрая» технология, когда сырьевая смесь формируется в присутствии определенного количества воды (41- 44%). Топливом при обжиге клинкера во вращающихся печах является природный газ. Получение цемента происходит путем помола клинкера совместно с гипсом и активными минеральными добавками.

Основные технологические процессы, сопровождающиеся выбросами в окружающую природную среду: подготовка сырьевых материалов, обжиг, помол, складирование, упаковка.

Готовые грубомолотые шламы, являющиеся основным сырьевым материалом, из горно-сырьевого цеха гидротранспортом подаются в шламбассейны цеха помола сырья, где соответственно дозируются и, проходя через расходный бассейн для предварительного смешивания, подаются в сырьевые мельницы для окончательного помола сырья. Из мельниц шлам подается в шламбассейны готового шлама, оборудованные мешалками, откуда и поступает в цех обжига клинкера для обжига во вращающихся горизонтальных печах), оснащенных теплообменными и обеспыливающими устройствами, колосниковыми холодильниками, а также системами дозирования, транспортировки сырьевых материалов и готового продукта – клинкера.

Все печи работают на природном газе. Из холодильников клинкер с помощью ковшовых транспортеров подается в клинкерные силосы и далее в цех помола цемента. Основную долю (до 80%) в шихте, поступающей на измельчение в мельницы, составляет клинкер. В качестве добавок, в зависимости от марки

цемента, при помоле клинкера используется гранулированный шлак. Фактическая влажность высушенного шлака и известняка достигает $2,0 \pm 0,5\%$.

Высушенный шлак, известняк и гипсовый камень из склада подаются по системе ленточных транспортеров в силосы добавок. После помола цемент пневмотранспортом загружается в цементные силосы. Из силосов цемент отгружается потребителю в железнодорожный транспорт и автотранспорт. Обеспыливание технологического процесса обеспечивается пылеулавливающими установками в количестве более 50 единиц, среди которых: циклоны, рукавные фильтры, пылесадительные камеры, электрофильтры.

Проектная производительность предприятия 2,5 миллиона тонн цемента в год, фактическая - незначительно ниже, сжигание природного газа – около 300 миллионов кубических метров в год.

Исходя из производительности предприятия, ежегодно в воздушную среду республики выбрасывается порядка 12-13 тысяч тонн загрязняющих веществ от более 140 стационарных источников выбросов. В структуре выбросов более 40 наименований загрязняющих веществ, в количественном выражении преобладают: азота диоксид- 5-6 тысяч тонн, твердые вещества- 5 тысяч тонн, углерода оксида – 1 тысяча тонн.

Несмотря на высокий процент улавливания загрязняющих веществ (достигает 99,8%- на электрофильтрах), высокая ежегодная производительность цемента приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, что создает нездоровый медико-географический фон в зоне влияния АО «Кавказцемент».

Предприятия отрасли «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» представлены на территории региона АО «Газпром газораспределение Черкесск». Предприятие занимается транспортировкой газа на территории республики по газораспределительным сетям. Сеть газораспределения природного газа - это технологический комплекс газораспределительной системы, включающий в себя наружные газопроводы и другие сооружения, а также технические и технологические устройства, предназначенный для транспортировки природного газа от источника газа до сети газопотребления.

Одними из таких технологических устройств являются пункты редуцирования газа (ГРП, ШРП и пр.), предназначенные для снижения давления газа и поддержания его в заданных пределах независимо от расхода газа. В процессе эксплуатации ГРП и ШРП для поддержания их в рабочем состоянии возникает необходимость проведения ремонтных и регламентных работ, связанных с разгерметизацией оборудования и приборов ГРП, ШРП, сопровождающимися залповыми (кратковременными) выбросами природного газа в атмосферу через продувочные свечи (организованный выброс). Эти выбросы непостоянны.

Выбросы газа с выпуском его в атмосферу происходят при выполнении следующих технологических операций, проводимых при ремонтных и регламентных работах:

- опорожнение и продувка газопроводов-линий редуцирования;
- регулировка и настройка газового оборудования - регулятора давления;
- регулировка и настройка газового оборудования - проверка работоспособности предохранительного сбросного клапана.

При транспортировании газа по сетям газораспределения происходят технологические потери газа и представляют собой утечку газа в грунт, атмосферу (неорганизованный источник выбросов). Эти утечки являются неизбежными вследствие невозможности достижения абсолютной герметичности газораспределительной сети. Помимо этого, возникают и аварийные ситуации, связанные с выбросами природного газа в воздушную среду.

Ежегодно по территории республики транспортируется порядка 800 миллионов кубических метров природного газа. Выбросы загрязняющих веществ при выполнении необходимых вышеуказанных технологических операций составляют около 3 тысяч тонн в год, более 90% - выбросы природного газа.

Промышленные предприятия республики, выбрасывающие небольшое количество загрязняющих веществ (до 5% в общем объеме выбросов), но высокой категории опасности (вещества I, II класса опасности): бензапирен, соединения

свинца, ванадия, хрома, также вносят существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха региона.

Вопросы охраны окружающей среды, в частности атмосферного воздуха, в КЧР должны находиться под неусыпным контролем со стороны надзорных органов, общественности, самих предприятий.

Предприятия – источники выбросов загрязняющих веществ обязаны проводить производственный контроль за источниками выбросами в соответствии с действующим законодательством и отчитываться в уполномоченные органы.

Надзорные органы должны осуществлять контроль как за поданной отчетностью, так и своевременно реагировать на возможные сигналы со стороны общественности, проводить плановые проверки. Только всеобщая заинтересованность поможет обеспечить сохранность относительно благополучного состояния воздушной среды региона, не допустить ухудшения её качества.

3.2. Распределение выбросов загрязняющих веществ по районам республики

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в КЧР по административным районам распределены весьма неравномерно (Рисунок 16).

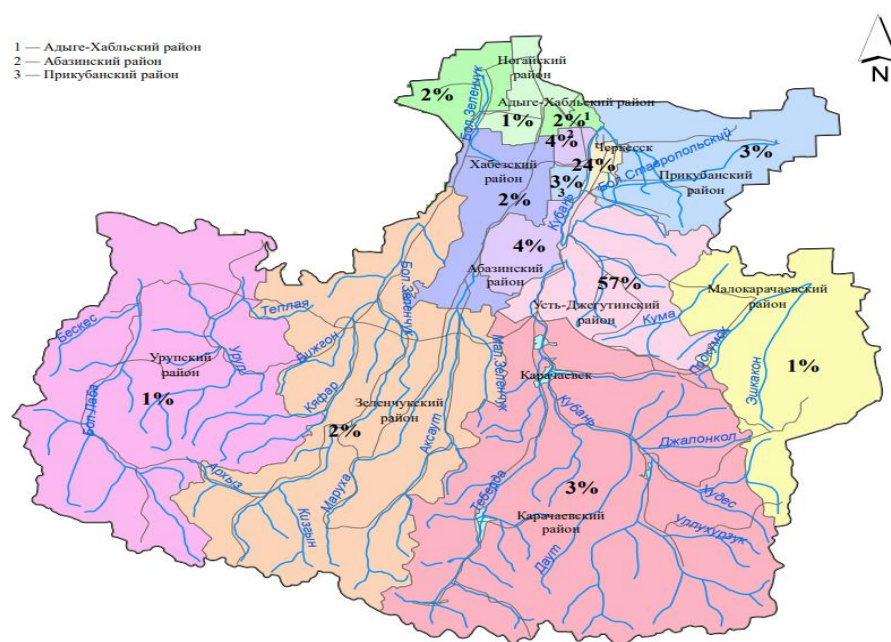


Рисунок 16. Распределение суммарных выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в КЧР

Усть-Джегутинский район (57%) и г. Черкесск (24%) по суммарным выбросам является лидерами, остальные районы суммарно дают их не более 19%. За период наблюдений с 2011 по 2020 гг. среднее значение выбросов составило 17 тыс. тонн в год. Максимальное количество выбросов от 21 объекта зарегистрировано в Усть-Джегутинском районе – 9,5 тыс. т/год. Основной поставщик выбросов, как отмечалось ранее, АО «Кавказцемент». В г. Черкесске, несмотря на гораздо большее количество объектов – 75, выбрасывается в среднем около 2,5 тыс. тонн в год. Основные объекты-загрязнители – предприятия по обеспечению тепловой энергией города. Далее следует Абазинский район, в котором относительно небольшое количество объектов – 6, но выбрасывается в атмосферный воздух – 1,4 тыс. тонн в год. Здесь основной источник – предприятие по выращиванию овощей АО Агрокомбинат «Южный». Зеленчукский район вносит в свой вклад в загрязнение атмосферы республики в размере 0,7 тыс. тонн в год с количеством объектов – 34. Среди объектов – предприятия по обеспечению тепловой энергией населенных пунктов и дорожно-эксплуатационные предприятия. Хабезский район поставляет в атмосферный воздух республики загрязняющих веществ в количестве 0,65 тыс. тонн в год, объектов – 22. Город Карачаевск имеет количество объектов – 25, выбрасывается – 0,5 тыс. тонн. Основные объекты – предприятия по обеспечению тепловой энергией города, предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции. Немного уступая г. Карачаевску по количеству выбросов, следуют Адыге-Хабльский и Урупский районы, выбросы - 0,47 и 0,42 тыс. тонн, объектов – 10 и 18 соответственно. В Адыге-Хабльском районе основные объекты – предприятия молочной и мясной промышленности, в Урупском районе – предприятие по обогащению медно-цинковой руды – АО «Урупский ГОК», предприятия по обеспечению тепловой энергией. Прикубанский, Малокарачаевский и Ногайский районы выбрасывают - 0,3, 0,2 и 0,2 тыс. тонн с соответствующим количеством объектов – 11, 9 и 5. В Прикубанском основные объекты – это предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции; в Малокарачаевском районе – предприятия по транспортировке газа; в Ногайском районе - предприятия по переработке

сельскохозяйственной продукции, в т.ч. крупнейший завод по производству сахара – ООО «Эркен-Шахарский сахарный завод».

Распределение загрязняющих веществ: оксидов азота, серы диоксида, углерода оксида, взвешенных веществ, летучих органических соединений (ЛОС), углеводородов без ЛОС (осредненные значения за период с 2011 по 2020 гг.) представлено на картах-схемах (Рисунки 17- 22).

На рисунке 17 отражено распределение выбросов оксида азота по районам республики.

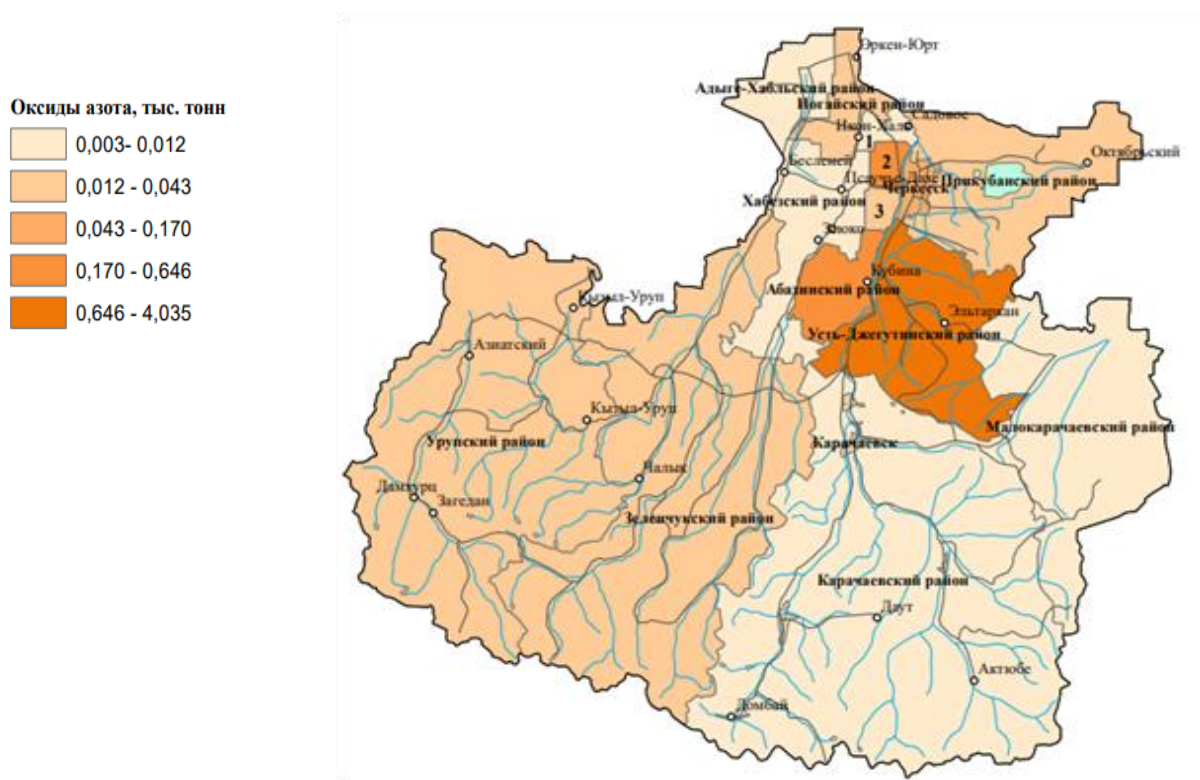


Рисунок 17. Карта-схема распределения выбросов оксидов азота от стационарных источников на территории КЧР

Из рисунка 17 следует, что максимальное количество выбросов оксидов азота в республике наблюдается в Усть-Джегутинском и Абазинском районах. Усть-Джегутинский район является лидером по общему количеству выбросов. В Абазинском районе расположена крупнейшая в республике котельная АО Агрокомбинат «Южный». Тепло, производимое котлоагрегатами, подается не только на тепличные и производственные площади, но и на прилегающие соседние

населенные пункты, внося свой весомый вклад в выбросы оксидов азота в атмосферный воздух республики.

Как видно из рисунка 18, выбросы серы диоксида в максимальном количестве отмечаются в Урупском, Малокарачаевском и Карачаевском районах, где специфику местного производства составляют пивоваренный завод и горнорудный комбинат, определяющие доминирование этого загрязнителя атмосферного воздуха.

Ангидрид сернистый, тыс. тонн

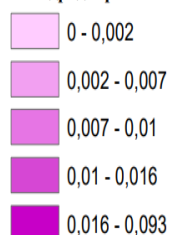


Рисунок 18. Карта-схема распределения выбросов серы диоксида от стационарных источников на территории КЧР

Углерода оксид и взвешенные вещества (Рисунки 19,20) выбрасываются преимущественно от источников в Усть-Джегутинском районе и Абазинском районе, а также в г. Черкесске, насыщенных предприятиями по производству строительных материалов, нефтегазовой эксплуатации и переработки местного сырья легкой промышленности.

Углерод оксид, тыс. тонн

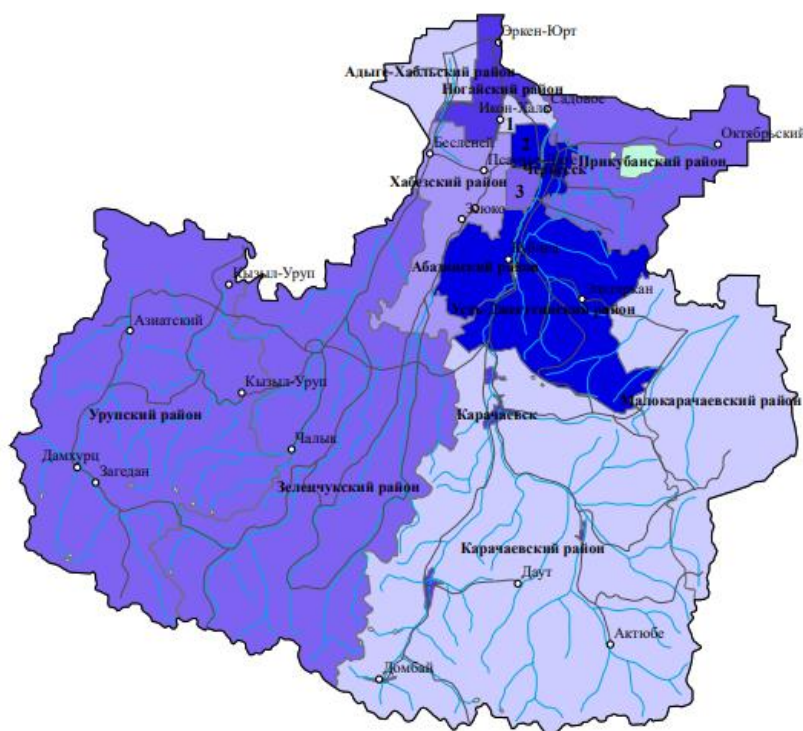
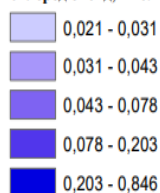


Рисунок 19. Карта-схема распределения выбросов углерода оксида от стационарных источников на территории КЧР

Твёрдые вещества, тыс. тонн

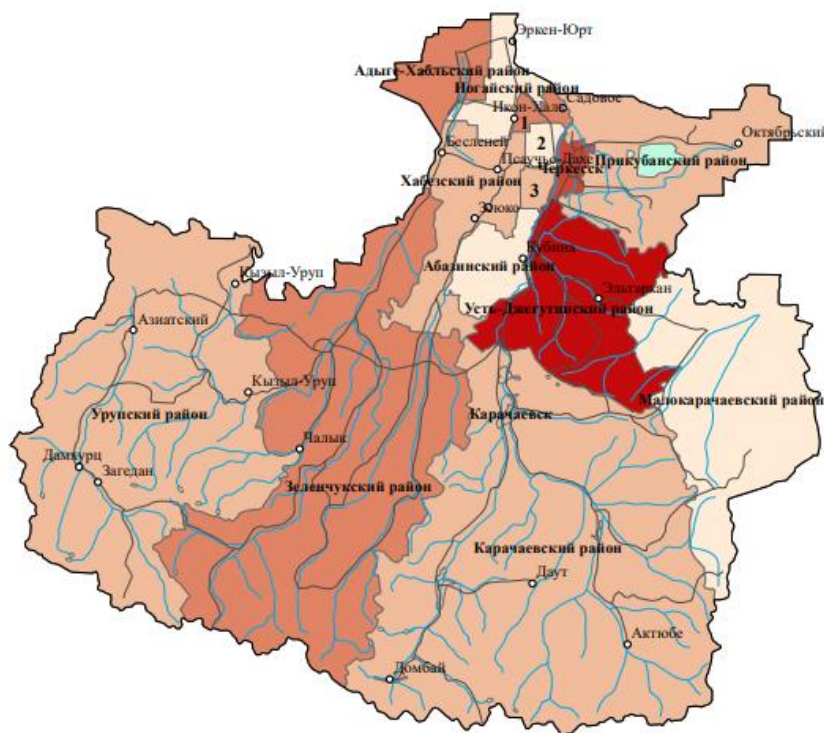
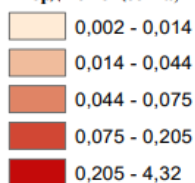


Рисунок 20. Карта-схема распределения выбросов взвешенных веществ от стационарных источников на территории КЧР

Углеводороды без ЛОС (Рисунок 21), в первую очередь метан, являются основными выбросами в г. Черкесске, Усть-Джегутинском, Зеленчукском и

Хабезском районах. На территории вышеуказанных административно-территориальных единиц эксплуатируются магистральные трубопроводы по транспортировке природного газа, допускающие выбросы при регламентных работах и утечках.

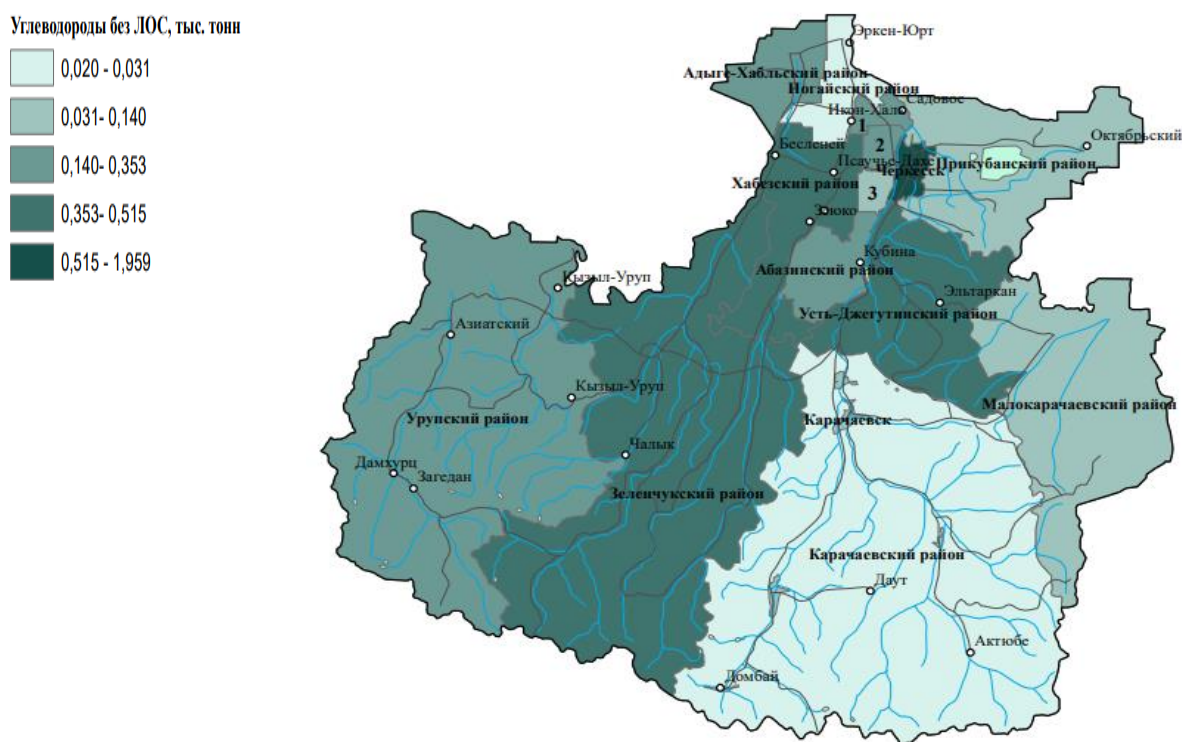


Рисунок 21. Карта-схема распределения выбросов углеводородов без ЛОС от стационарных источников на территории КЧР

Выбросы ЛОС (Рисунок 22)—это предельные и непредельные углеводороды, максимально выбрасываемые в г. Черкесске и Адыге-Хабльском районе. Основные причины - наличие большого количества автозаправочных станций (АЗС), в том числе в центрах населенных пунктов. Максимальное количество выбросов прочих веществ зарегистрировано в г. Черкесске и Прикубанском районе.

Джегутинском районе значительное количество выбросов в атмосферу (190 кг/год на человека) усугубляется долинной циркуляцией атмосферы и значительной протяженности дорог с высокой интенсивностью движения.

3.3. Оценка качества атмосферного воздуха

В соответствии с Федеральным законом от 04.05.1999 №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» качество атмосферного воздуха - совокупность физических, химических и биологических свойств атмосферного воздуха, отражающих степень его соответствия гигиеническим нормативам качества атмосферного воздуха и экологическим нормативам качества атмосферного воздуха.

Гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха – критерии качества атмосферного воздуха, которые отражают предельно допустимое максимальное содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека. Гигиеническими нормативами качества атмосферного воздуха являются предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ [42,43].

Экологические нормативы качества атмосферного воздуха – критерии качества атмосферного воздуха, которые отражают предельно допустимое максимальное содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую среду. В настоящее время экологические нормативы качества атмосферного воздуха не разработаны.

Индикаторами качества атмосферного воздуха в КЧР выбраны концентрации загрязняющих веществ: 2 класса опасности – фенол и формальдегид, 3 класса опасности – азота диоксид, взвешенные вещества, серы диоксид, 4 класса опасности – аммиак и углерода оксид. Наблюдения проводились в течение 10-ти лет в два периода: первый - с 2011 по 2017 гг., второй период - с 2018 по 2020 гг. На основании полученных максимально разовых концентраций (мг/м³) рассчитаны среднегодовые концентрации (мг/м³) [155].

Результаты наблюдений обобщены в Приложении 1 (Таблицы 1,2)

Расчетные результаты (Приложение 1, Таблица 1) показывают, что превышение ПДК за период с 2011 по 2017 гг. отмечалось в Усть-Джегутинском, в Прикубанском и в Малокарачаевском районах. В первом по аммиаку и формальдегиду (1,1 ПДК и 1,3 ПДК соответственно), во втором – по аммиаку (1,2 ПДК), а в третьем – по формальдегиду (1,1 ПДК).

Концентрации других загрязняющих веществ не превышали ПДК. За период с 2018 по 2020 гг. превышений максимально разовых и среднегодовых концентраций загрязняющих веществ не выявлено.

Однако, во всех районах КЧР, за период с 2018 по 2020 гг. отмечено наращивание концентрации азота диоксида и серы диоксида относительно периода наблюдений с 2011 по 2017 гг. [10,15].

Максимальное значение азота диоксида наблюдалось в Усть-Джегутинском районе, причем максимальное значение среднегодовой концентрации во втором периоде наблюдений составило 0,092 мг/м³ по сравнению с 0,024 мг/м³ - в первом периоде.

Максимальная концентрация серы диоксида резко возросла во втором периоде и составила 0,144 мг/м³ относительно 0,044 мг/м³ - в первом. При этом лидером был и остается Усть-Джегутинский район. Тем не менее, во второй период наблюдений к нему приблизился Зеленчукский район, в котором среднегодовая концентрация серы диоксида составила 0,140 мг/м³, немногим уступая по этому показателю «лидеру».

По КЧР в целом, во всех районах происходит увеличение концентрации оксида углерода от 0,04 до 0,09 мг/м³ в год с максимумом в г. Карачаевске и в Карачаевском районе.

Эта тенденция сменилась в обратном направлении. В период с 2018 по 2020 гг. отмечено снижение концентрации углерода оксида относительно предшествующего периода (2011-2017 гг.).

Несмотря на неустойчивую динамику концентрации углерода оксида выбросы CO₂ –эквивалента парникового газа, остаются за весь период наблюдений

(с 2011 по 2020 гг.) на относительно устойчивом уровне – 2000 тыс. тонн в год. Расчет CO_2 –эквивалента проводился (Глава 2) из учета суммарного количества всех видов ежегодно сжигаемого топлива.

По выбросам аммиака есть тенденция к небольшому увеличению в Адыгге-Хабльском, Прикубанском, Усть-Джегутинском, Урупском районах, в г. Карачаевске и в Карачаевском районе. В других районах изменения концентрации аммиака не отмечается.

Также в течение изучаемого периода во всех районах постоянные значения сохраняются по выбросам фенола и формальдегида. За период с 2018 по 2020 гг. исследования по аммиаку, фенолу, формальдегиду не проводились.

Проведенные на данном уровне исследования по определенному списку загрязняющих веществ не позволяют в целом оценить состояние загрязнения атмосферы. Оценка суммарного загрязнения атмосферы возможна и в целом рассчитывается с использованием комплексных индексов загрязнения (ИЗА) ($I(n)$) и (КИЗА) (Глава 2).

На основании принятой методики произведены расчеты ИЗА и КИЗА по административным районам КЧР для двух периодов наблюдений (Таблица 9, Таблица 10).

Таблица 9. Значения ИЗА и КИЗА за период с 2011 по 2017 гг.

Наименование административного района	ИЗА							КИЗА	Уровень загрязнения
	I_{NO_2}	$I_{\text{PM}_{2,5}}$	I_{SO_2}	I_{NH_3}	$I_{\text{C}_6\text{H}_6\text{O}}$	I_{CO}	$I_{\text{CH}_2\text{O}}$		
г. Карачаевск и Карачаевский район	0,2	0,7	0,1	0,7	0,9	0,2	1,3	4,1	Низкий
Усть-Джегутинский район	0,6	0,8	0,9	1,0	0,9	0,3	1,7	6,2	Повышенный
Зеленчукский район	0,2	0,7	0	0,8	0,9	0,2	1,3	4,1	Низкий
г. Черкесск и Прикубанский район	0,2	0,8	0,04	1,1	0,9	0,2	1,3	4,5	Низкий
Хабезский Абазинский районы	0,2	0,7	0	0,7	0,9	0,2	1,3	4,0	Низкий
Адыгге-Хабльский и Ногайский районы	0,1	0,9	0,2	0,8	0,9	0,2	1,3	4,4	Низкий
Урупский район	0,2	0,7	0	0,6	0,9	0,2	1,3	3,9	Низкий
Малокарачаевский район	0,2	0,03	0,2	0,6	0,9	0,2	1,4	3,5	Низкий

Таблица 10. Значения ИЗА и КИЗА за период с 2018 по 2020 гг.

Наименование административного района	ИЗА				КИЗА	Уровень загрязнения
	I _{NO2}	I _{SO2}	I _{CO}	I _{PM2,5}		
г. Карачаевск	1,2	1,6	0	1,2	4	Низкий
Карачаевский район	1,3	1,6	0	0,9	3,8	Низкий
Усть-Джегутинский район	2,3	2,9	0,1	1,2	6,5	Повышенный
Зеленчукский район	2	2,8	0,1	1,5	6,4	Повышенный
г. Черкесск	0,4	1,3	0	1,4	3,1	Низкий
Прикубанский район	1,1	2,4	0,1	1,3	4,9	Низкий
Хабезский район	1,1	1,3	0	1,1	3,5	Низкий
Абазинский район	0,9	1,6	0,1	1,5	4,1	Низкий
Адыге-Хабльский район	0,4	2,8	0	0,9	4,1	Низкий
Ногайский район	0,5	2,1	0,1	0,9	3,6	Низкий
Урупский район	0,8	2,5	0	0,9	4,2	Низкий
Малокарачаевский район	0,8	1,6	0	0,9	3,3	Низкий

В соответствии с приведенными данными максимальный КИЗА отмечается в Усть-Джегутинском районе. Основная причина наличие крупных производств стройматериалов, связанных с переработкой большого количества сыпучих (инертных) материалов и применением высоко-термических технологий, приводящих к значительным выбросам загрязняющих веществ, создающих повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха. В Зеленчукском районе зафиксирован повышенный уровень КИЗА в течение 3-х лет наблюдений (с 2018 по 2020 гг.). Обоснованием данного факта является наличие и функционирование на территории района асфальтобетонных заводов, принадлежащих хозяйствующим субъектам, занимающихся обслуживанием дорог федерального и регионального значения, а также эксплуатацией дорожной техники, обустраивающей инфраструктуру всесезонного туристско-рекреационного комплекса (ВТРК) «Архыз» в с. Архыз.

В остальных районах республики показатель КИЗА на протяжении всего срока наблюдений (с 2011 по 2020 гг.) низкий и не превышает значения «5».

По результатам данного анализа можно сделать вывод об относительном благополучии ситуации с качеством атмосферного воздуха, но с трендом в сторону ее ухудшения.

ГЛАВА 4. ГЕОМОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНО-ВОДНОЙ СРЕДЫ КЧР

Воздушная среда в системе воздушно-водного пространства горных территорий содержит примеси водяных паров с включениями различных загрязнителей. В последнем столетии резко повысилось содержание различных загрязнителей в атмосфере гидрографической сети, которые при взаимодействии с конденсационной влагой образуют химические соединения, влияющие на экосистемы. Среди них наибольшую опасность представляют: оксиды азота и серы, аммиак, формальдегид, тяжелые металлы, углеводороды и др. Живые организмы в зоне трансформирующейся воздушно-водной среды практически не приспособлены к новым условиям, а процесс их адаптации происходит значительно медленнее насыщения приземного воздуха загрязнителями [142]. По этой причине загрязнение атмосферного воздуха горно-речных долин является серьезной геоэкологической проблемой.

Наземно-воздушная среда, может быть, как предельно насыщена влагой (бассейны горных рек и водоемов), так и очень бедна ею (хорошо прогреваемые южные разности склонов). Осадки распределяются неравномерно как по сезонам, так и по природно-географическим подрегионам территории. Влажность в воздушно-водной среде колеблется в широком диапазоне. Она является основным лимитирующим фактором для живых организмов [143]. Это обусловлено тем, что регенерация живых организмов требует значительной перестройки их организации, приспособления к жизни в газообразной среде с изменяющейся воздушно-водной плотностью, высоким содержанием O_2 , интенсивностью освещения и значительными колебаниями температуры и влажности в зависимости от географического положения, сезона и времени суток.

4.1. Геомоделирование загрязнения воздушной среды

На основании полученных результатов наблюдений было проведено геомоделирование распространения загрязняющих веществ по всей территории

республики. В целях моделирования использованы результаты за весь период наблюдений четырех загрязняющих веществ, на долю которых приходится до 80% в общем объеме выбросов в воздушный бассейн республики: азота диоксид, серы диоксида, углерода оксид, взвешенные вещества. Точки отбора проб представлены на рисунке 10. На основании полученных максимально разовых концентраций загрязнителей (мг/м^3) рассчитаны их среднегодовые концентрации (мг/м^3), с использованием которых построена интерполяция методом обратных взвешенных расстояний (IDV).

В результате проведенной работы получены модели распределения загрязняющих веществ по степени локальной концентрации на территории республики (Рисунки 23-26).

Распределение загрязняющих веществ в воздушном пространстве региона позволяет оценить степень загрязнения той или иной территории. По азот диоксиду (Рисунок 23): максимумы концентраций от 0,14 до 0,17 мг/м^3 , постоянно наблюдаются на территории Усть-Джегутинского района (район размещения Усть-Джегутинского гипсового комбината), Абазинского района (роща в месте расположения АО Агрокомбинат «Южный»), а также Зеленчукского района (ВТРК «Архыз», туристическая деревня «Лунная поляна»). Концентрации веществ, не достигших максимальных значений, но близких к ним: в пределах 0,094- 0,12 мг/куб.м. наблюдаются в Усть-Джегутинском районе (в санитарно-защитной зоне АО «Кавказцемент»), а также полигонов ТКО «Чистый город» (10 га), не действующего полигона МУП УК ЖКХ г. Усть-Джегута (3 га); а также в пределах 0,076 мг/куб.м. – на территории ст. Зеленчукской (район асфальтобетонного завода (АБЗ)), Урупский район (рудник АО «Урупский ГОК»), затем в пределах 0,65 мг/куб.м. - Хабезский район (Хабезский гипсовый завод);

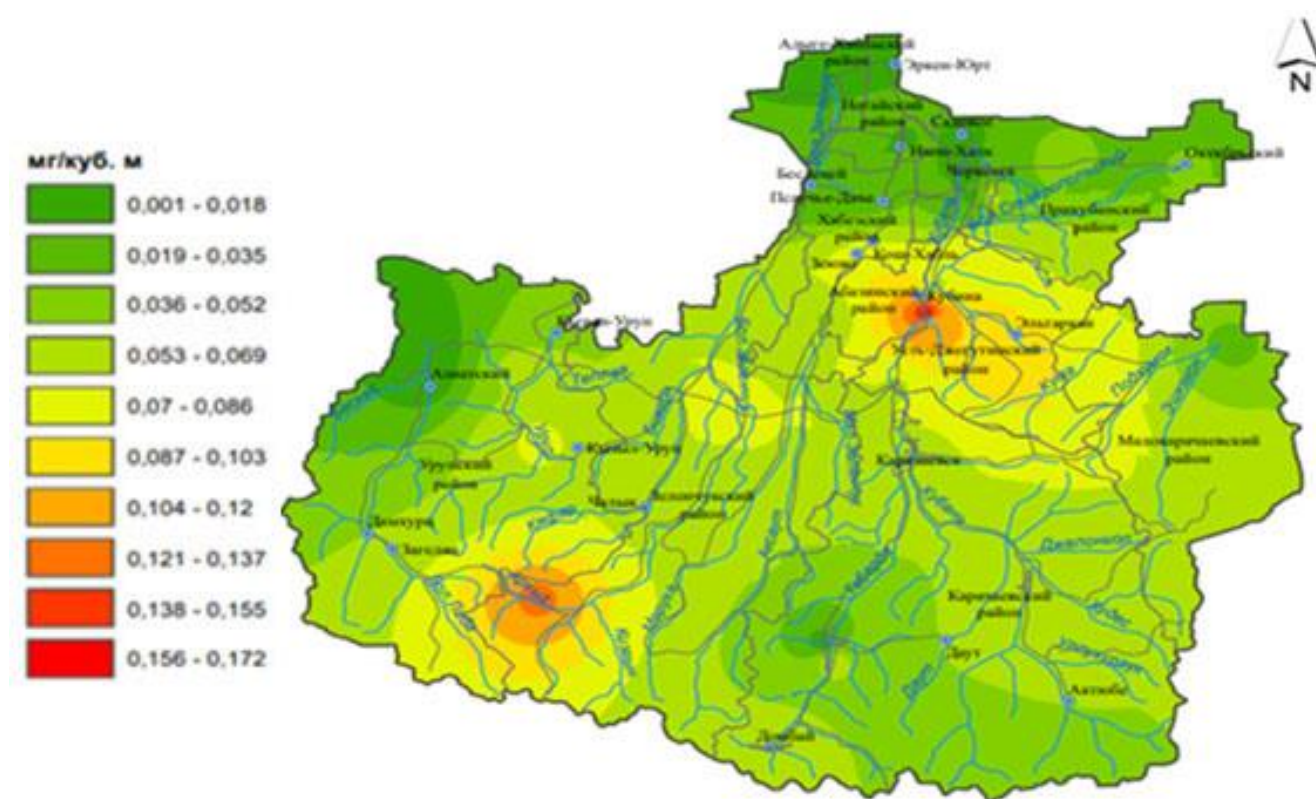


Рисунок 23. Карта-схема распределения концентрации азота диоксида на территории КЧР

далее в пределах – 0,52 мг/куб. м. – п. Домбай, г. Теберда. Наименьшие концентрации взвешенных загрязнителей атмосферного воздуха отмечены в северной части республики - Адыге-Хабльский, Прикубанский районы, а также крайние западные территории в Урупском районе (пос. Псемен и Курджиново).

По серы диоксиду (Рисунок 24): максимумы 0,2-0,24 мг/м³ наблюдаются в Урупском районе (район хвостохранилища II очереди АО «Урупский ГОК»), далее Зеленчукский район на территории ст. Зеленчукской (район АБЗ). Минимальные значения – в Карачаевском районе (Махар), Теберда (ущелье Муху).

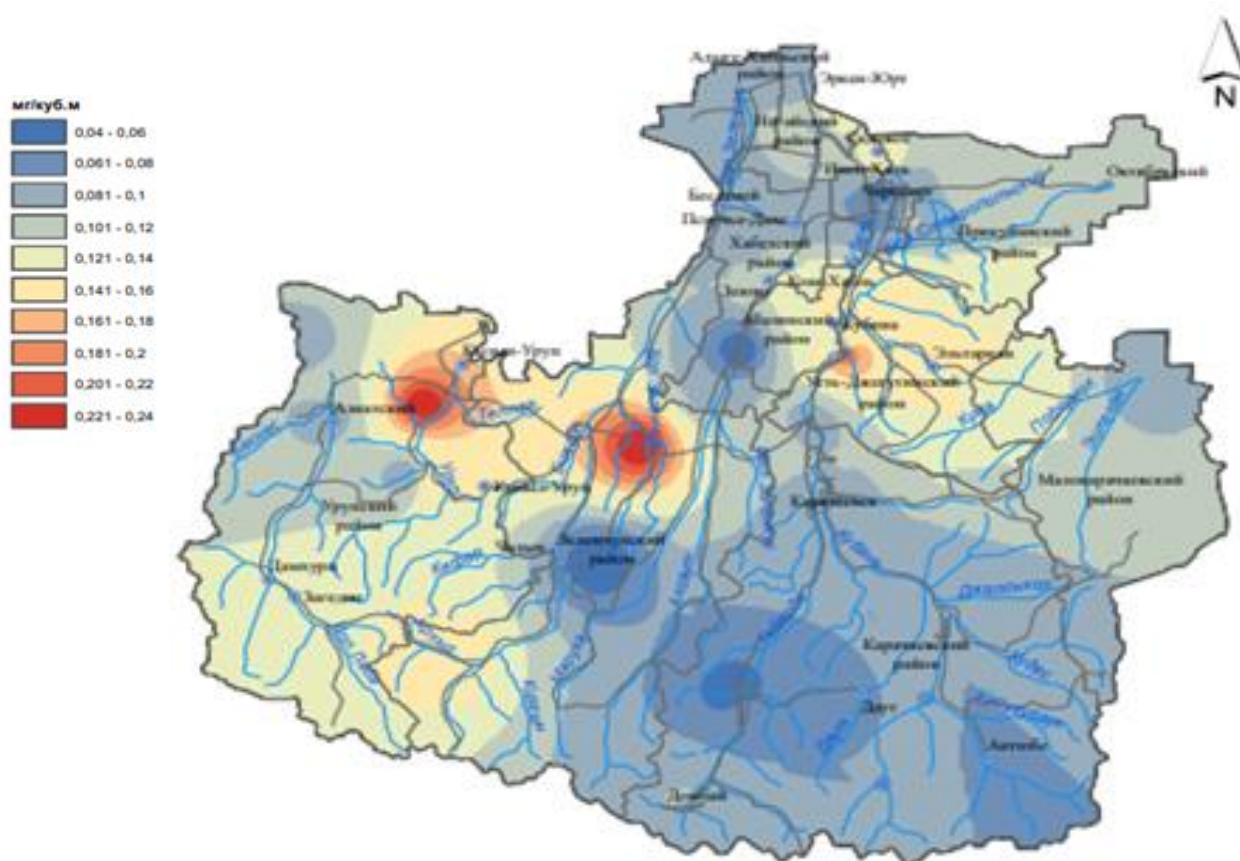


Рисунок 24. Карта-схема распределения серы диоксида на территории КЧР

Максимальные значения по углерода оксиду ($0,19-0,225 \text{ мг/м}^3$) (Рисунок 25) наблюдаются в Зеленчукском районе (АБЗ); в Усть-Джегутинском районе (в пределах СЗЗ АО «Кавказцемент» и Усть-Джегутинского гипсового комбината). Максимумы в пределах $0,18 \text{ мг/м}^3$; $0,225 \text{ мг/м}^3$; $0,189 \text{ мг/м}^3$ и $0,135 \text{ мг/м}^3$ отмечены соответственно: в г. Черкесске (район Троллейбусного управления в южной части города); в Абазинском районе (пос. Псыж, у моста); в Прикубанском районе (свалка у пос. Красивый) и в Ногайском районе (п. Эркен-Шахар). Минимальные значения углерода оксида отмечены в Урупском районе (пос. Псемен и Курджиново).

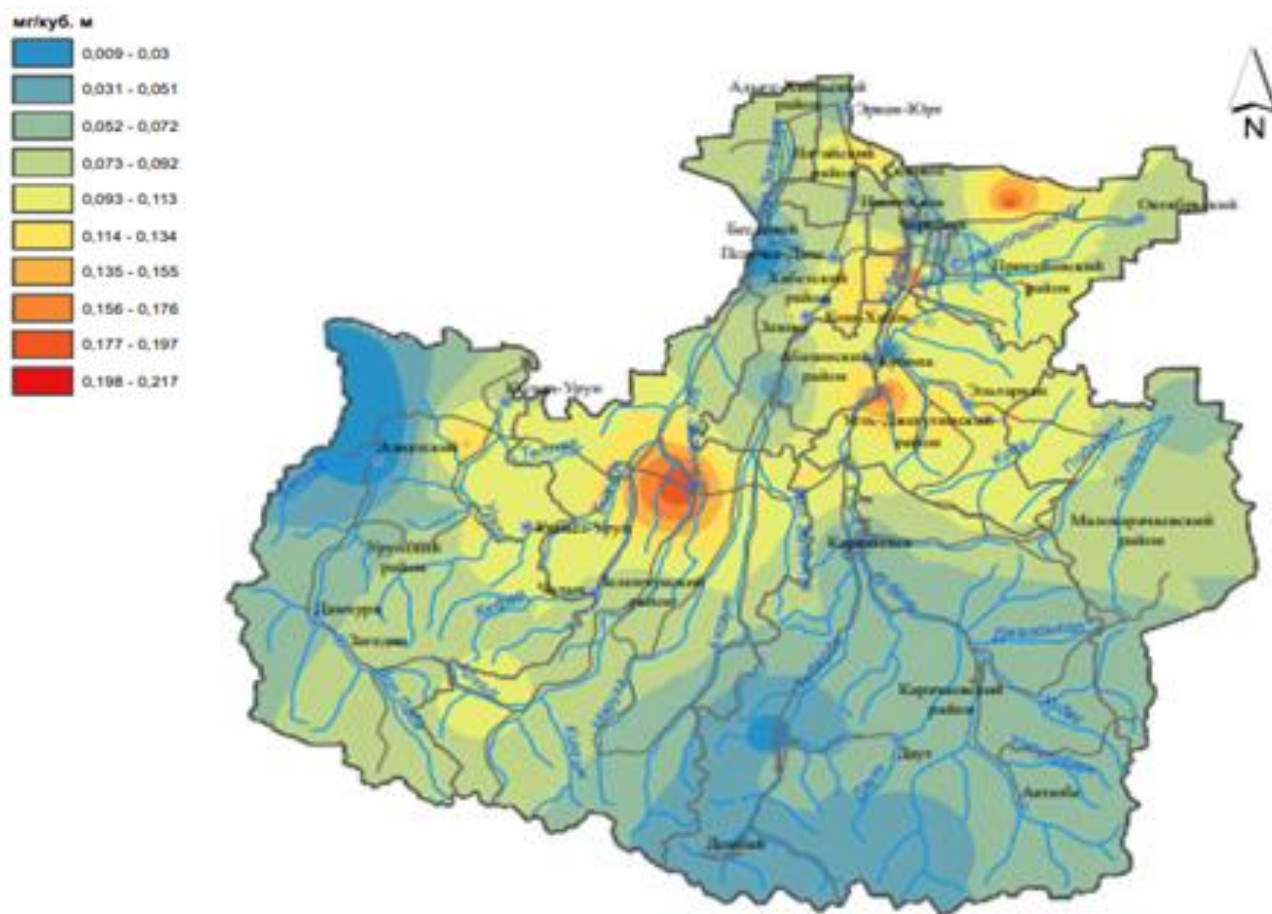


Рисунок 25. Карта-схема распределения углерода оксида на территории КЧР

Максимумы концентраций взвешенных веществ (Рисунок 26) в количественном отношении: 0,3-0,315 мг/м³; 0,35- мг/м³; 0,28-0,378 мг/м³ и 0,26 мг/м³ распределились соответственно по районам республики в следующем порядке: в Зеленчукском районе (по территории ст. Зеленчукской, вблизи АБЗ Зеленчукского ДРСУ и в ст. Кардоникской, АБЗ АО «ДЭП №162»); в г. Карачаевске (возле центрального рынка); в г. Черкесске (бывший кинотеатр «Комсомолец», троллейбусное управление); в Усть-Джегутинском районе (Усть-Джегутинский гипсовый комбинат). Минимальные значения наблюдаются в северной части республики – в Адыге-Хабльском и Прикубанском районах, а также в крайне западной части республики (пос. Псемен и Курджиново Урупского района).

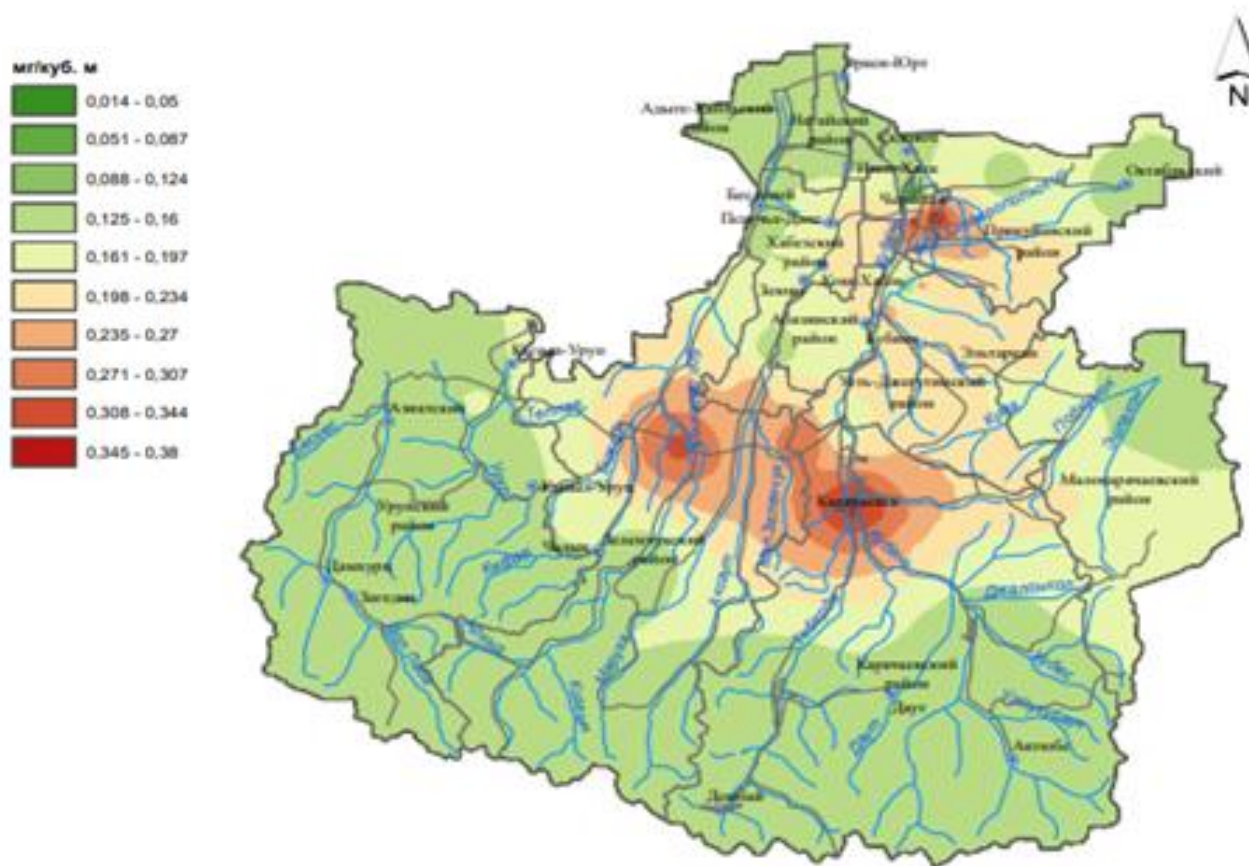


Рисунок 26. Карта-схема распределения взвешенных веществ на территории КЧР

Для получения целостной картины состояния воздушной среды проведено геомоделирование загрязнения воздушной среды по комплексному индексу загрязнения атмосферы (КИЗА). На основании полученных данных о концентрациях загрязняющих веществ, отобранных в определенных точках по территории республики (рисунок 10) и рассчитанных в них КИЗА (Приложение 3, Таблица 1), проведена интерполяция методом обратных взвешенных расстояний (IDV), построена модель – карта-схема (Рисунок 27).

Как видно из рисунка 27, максимумы по КИЗА распределены следующим образом: прежде всего Усть-Джегутинский район (средоточие предприятий строительной отрасли); Зеленчукский район, где присутствуют 2 максимума – станция Зеленчукская, и район села Архыз, где соответственно расположены асфальтобетонные заводы и инфраструктура по строительству туристско-рекреационного комплекса ВТРК «Архыз»; Урупский район, где находится хвостохранилище Урупского ГОКа. Минимумы: крайний запад

республики - Урупский район (п. Псемен, Курджиново), восток – часть Малокарачаевского района, юг – часть Карачаевского района; север – Адыгге-Хабльский, Ногайский районы.

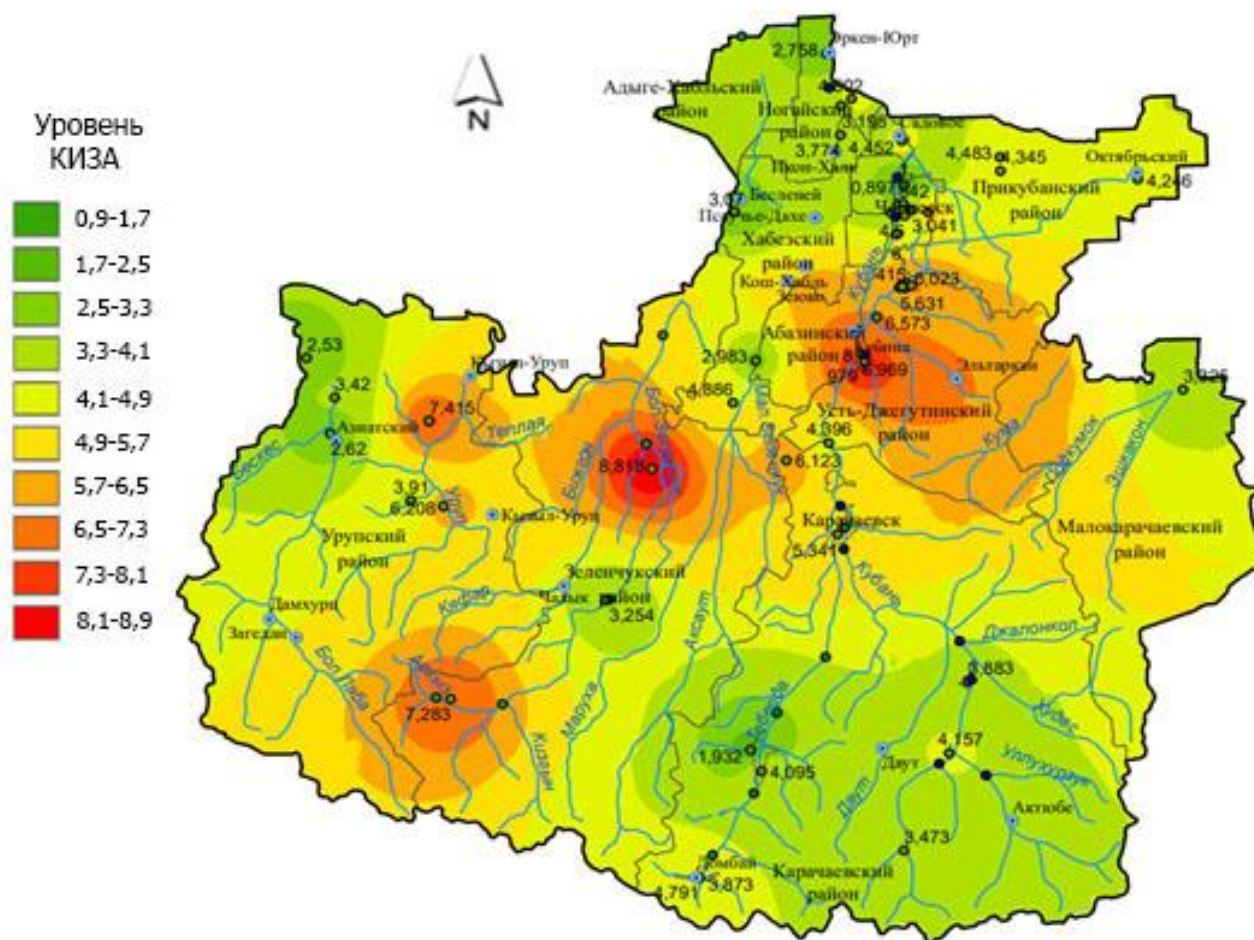


Рисунок 27. Распределение КИЗА по территории КЧР

4.2. Геомоделирование загрязнения поверхностных вод и воздушной среды в долинах рек

Геомоделирование загрязнения поверхностных вод КЧР проведено по удельному комбинаторному индексу (УКИЗВ). На основании полученных данных о концентрациях загрязняющих веществ, отобранных в определенных створах рек Большого Зеленчука, Теберды, Кубани и рассчитанных УКИЗВ (Приложение 2, Таблица 2), проведена интерполяция методом обратных взвешенных расстояний (IDV), построены модели (Рисунки 28 Б, 29 Б, 30 Б).

Результаты геомоделирования загрязнения воздушной среды по КИЗА (Рисунок 27) были фрагментарно усечены по долинам исследованных рек и отображены в виде отдельных моделей (Рисунки 28 А, 29 А, 30 А).

В результате геомоделирования по точкам со значениями КИЗА и УКИЗВ получены ГИС-модели загрязненности поверхностных вод и воздушной среды в долинах рек КЧР, наиболее подверженных хозяйственной деятельности.

КИЗА в долине р. Большой Зеленчук (Рисунок 28 А) Зеленчукского района имеет преобладающее распространение с северо-запада на юго-восток, что соответствует розе ветров. Максимальная плотность концентрации загрязнителей отмечается в станице Зеленчукской с распространением в сторону ст. Кардоникской (на восток) и ст. Сторожевой (на северо-запад). Площадь распространения КИЗА повышенной концентрации (8,8 – 7,2) в районе станиц Зеленчукской, Сторожевой и Кардоникская составила около 60 км². Этот уровень КИЗА повторяется в рекреационной зоне с. Архыз и на территориях интенсивной хозяйственной деятельности и промышленных горных разработок Урупского района КЧР.

В 40 км от ст. Зеленчукской, вверх по течению р. Б. Зеленчук, зарегистрирован очаг со средней концентрацией (7,2-6,1) химических элементов в КИЗА. Эта зона приходится на территорию с. Архыз. Повышение загрязненности воздушной среды здесь отмечено сравнительно недавно, в начале второго десятилетия текущего столетия, с момента интенсивного строительства туристско-рекреационного комплекса ВТРК «Архыз» в долине р. Архыз (притока р. Б. Зеленчук). Строительство и эксплуатация туристического горнолыжного комплекса в значительной степени повысили интенсивность накопления загрязняющих веществ в воздушной среде, в основном из-за резкого увеличения автотранспорта, вырубок леса и нарушения поверхности горных склонов.

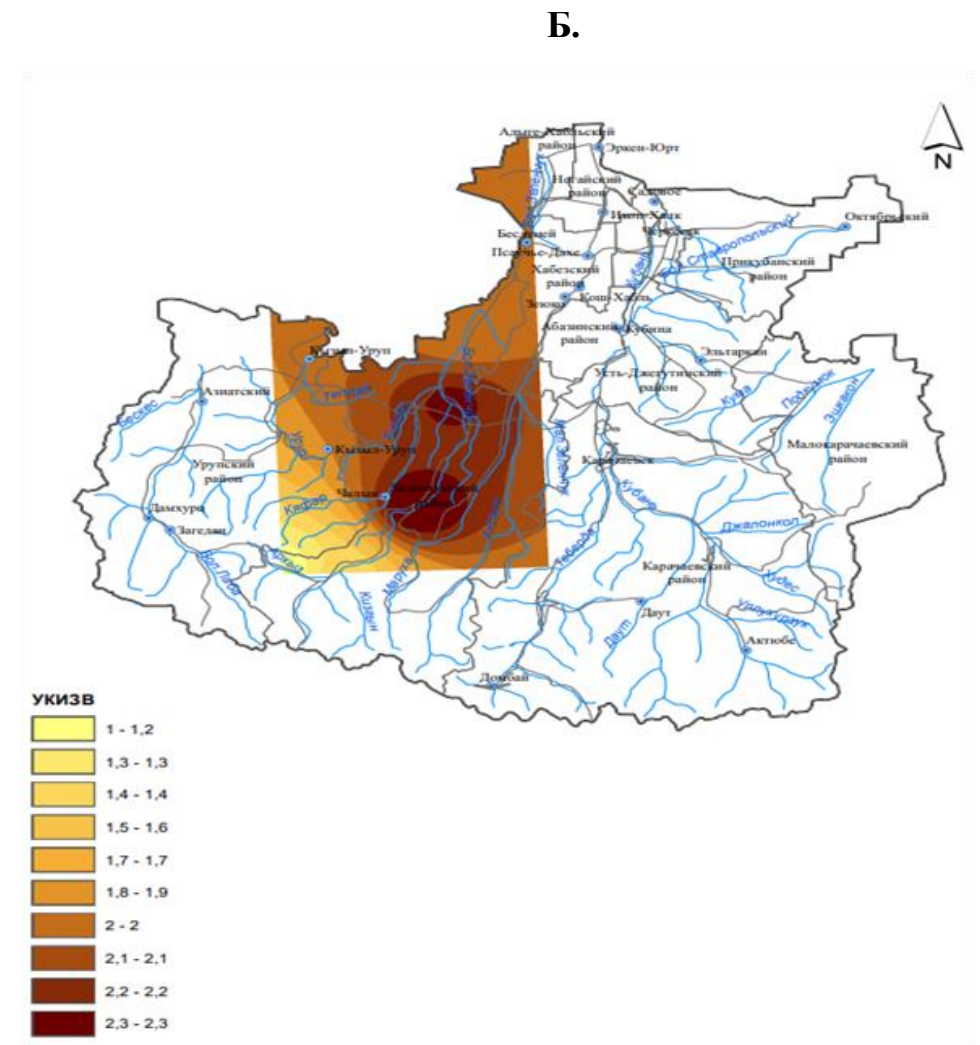
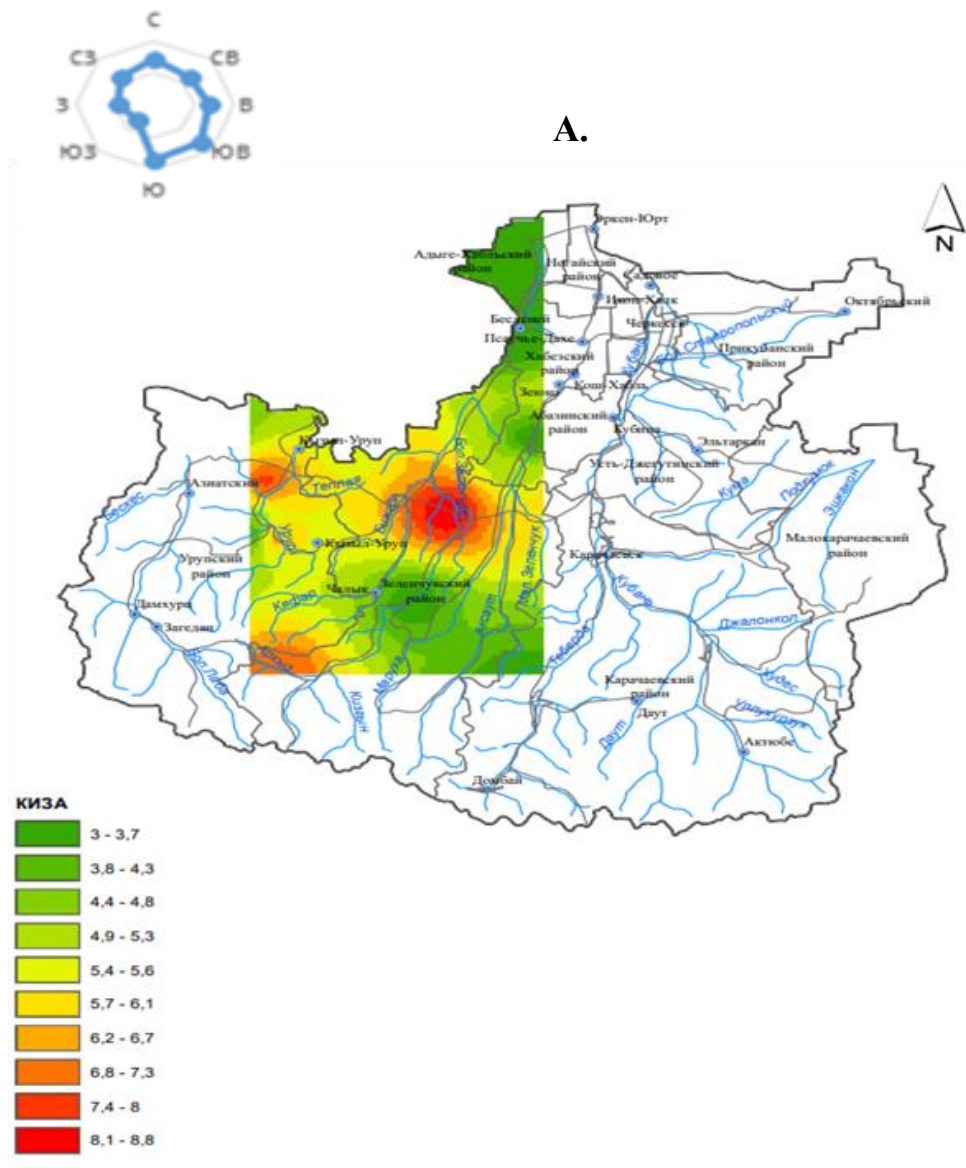


Рисунок 28. ГИС-модели загрязненности атмосферного воздуха (по показателям КИЗА) и поверхностной воды (по показателям УКИЗВ) в долине р. Большой Зеленчук

В районе р. Теплой, удаленной на расстоянии 26 км северо-западнее от ст. Зеленчукской, отмечается низкая (6,1-5,2) и очень низкая (5,2-4,3) степень содержания нехарактерных элементов в воздушной среде. Однако скорость их накопления вызывает определенное беспокойство у местных жителей и экологов.

Воздушная среда речных долин насыщается, в том числе испаряемой влагой рек, которая во взвешенном состоянии взаимодействует с химическим составом атмосферного воздуха, во многом определяя концентрации элементов и соединений КИЗА.

Особенностью распространения концентраций КИЗА в долине р. Б. Зеленчук является их разорванность. При удалении от центра наиболее плотной концентрации КИЗА в ст. Зеленчукской до 12-14 км, загрязненность приземного воздуха резко сокращается и, на протяжении до 30 км практически отсутствует, или имеет низкую или очень низкую степень насыщенности (6,1-4,3). В зоне с. Архыз, степень загрязненности атмосферного воздуха вновь увеличивается, приобретая более интенсивный характер накопления загрязнителей в воздушной среде. Таким образом, вектор концентрации загрязнителей в атмосферном воздухе приобрел направление от верховьев долины Б. Зеленчук к ее устью.

Ситуация по загрязнению поверхностных вод в долине р. Большой Зеленчук представлена на рисунке 28 Б. УКИЗВ достигает повышенной концентрации (2,3 – 1,97) загрязняющих элементов и соединений на 2-х участках – в зоне села Архыз и станицы Зеленчукской, отдаленных расстоянием в 40 км друг от друга. Совпадение с зоной концентрации загрязнителей воздушной среды отдаленных территорий очевидно. Тем не менее, УКИЗВ с повышенным и средним (1,97-1,87) содержанием загрязнителей распространяется по всей водной среде долины р. Б. Зеленчук в отличие от разорванности концентраций веществ в структуре КИЗА. Концентрация веществ в УКИЗВ происходит в плотной водной среде и зависит в первую очередь от физических характеристик непрерывных речных потоков (скорость, турбулентность, рельеф, каменистость донных отложений и др.) и источников загрязнения определяемых хозяйственной деятельностью (поселения, животноводство, обеспечение рекреационной деятельности, автотранспорт).

Радиус концентрации максимального показателя УКИЗВ в зоне ст. Зеленчукской составляет около 6 км, в зоне с. Архыз в два раза больше.

По анализу индексов удельного комбинаторного загрязнения (УКИЗВ) в створах отбора проб и гидрохимической оценке реки Большой Зеленчук в целом воду реки следует отнести к 3 классу разряда «а» - загрязненной [60,156], что обусловлено нарушением существующих нормативов по отдельным ингредиентам, выделяющихся своими высокими загрязняющими свойствами [72].

Анализ качества воздушно-водной среды рекреационной долины Теберды (Рисунок 29А, Рисунок 29Б) показал отличительные особенности концентрации и распространения химических веществ в долине, исторически выделенной как рекреационно-традиционная зона использования природных ресурсов.

Долина Теберды с конца IX века была транзитным узловым сегментом Великого Шелкового пути, соединяющим формирующиеся этнические поселения Северо-Кавказского региона с относительно развитыми государствами Закавказья и Ближнего Востока.

Долгое время Тебердинская долина сохраняла естественный природный облик. Хозяйственная деятельность носила крайне ограниченный аграрно-охотничий и дачный характер. Подъем развития туристической деятельности в Теберде и Домбае начался с 60-х годов прошлого столетия. Однако плановая государственная система использования природных ресурсов не допускала стихийного освоения горных территорий, сохраняя природную привлекательность горных ландшафтов. Известные события 90-х и последующего периода фактически привели к смене общественно-исторической формации и соответственно изменили принципы управления природными ресурсами гор. Государство постепенно теряло монополию на сохранение окружающей среды.



Рисунок 29. ГИС-модели загрязненности атмосферного воздуха (по показателям КИЗА) и поверхностной воды (по показателям УКИЗВ) в долине р. Теберды

Природопользование приобретало стихийный характер, направленный на ускоренное решение социально-экономических проблем с использованием неотработанного механизма рыночных отношений. Последующие преобразования структуры и функционирования природно-территориальных комплексов под воздействием глобальных процессов и региональной хозяйственной деятельности обозначили контрастные контуры природно-техногенного ландшафта. Возникла острая необходимость осуществления комплексного геоэкологического мониторинга с целью информационного обеспечения управлением создавшейся геоэкологической ситуации и выработки стратегии устойчивого развития региона.

Анализ структуры и распространения КИЗА в долине р. Теберды показал снижение содержания загрязняющих веществ в воздушной среде по сравнению с долиной Б. Зеленчук. Тебердинская долина занимает более узкое пространство, ограниченное высокими хребтами, в которой преобладающие ветры имеют северное и южное направление, повышая продуваемость воздуха в долине [102,128]. Основная концентрация загрязняющих веществ КИЗА сосредоточена в городской зоне Карачаевска при слиянии рек Теберды и Кубани. В 8-и км от слияния, вверх по течению р. Теберды, концентрация КИЗА снижается от 5,8 (средняя степень концентрации) до 4,2 (низкий уровень содержания загрязнителей), которая сохраняется в воздушной среде днища долины, до истока р. Теберды, при слиянии рек Аманауз и Гоначхир. Низкая степень концентрации загрязнителей в КИЗА сохраняется на расстоянии 55 км, опускаясь до нижнего уровня на хребтах и вершинах, ограничивающих водосборный бассейн.

Интенсивное освоение рекреационного комплекса Домбай вызвало значительное повышение значений КИЗА в долинах рек Аманауз и Гоначхир (на территории Тебердинского национального парка) почти до уровня зоны г. Карачаевска. Вниз по течению р. Аманауз, до слияния с р. Гоначхир, в 5-ти километрах от подножия Главного хребта имеет место специфическая циркуляция воздушных потоков [79,80,128], перераспределяющих атмосферную влагу и снежный покров в условиях локального потепления климата.

Внезапное повышение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе вызвало ответную реакцию горных ландшафтов: участились инверсии климатических показателей, туманы, изморозь, смоги, указывающие на концентрацию аэрозолей в воздушной среде. В первую очередь ситуация отразилась на динамике гляциально-нивального и горно-лесного поясов. Таяние ледников с начала столетия увеличилось на 19 % [123], и совершенно неожиданно, начал усыхать еловый древостой [126], достигший зрелой возрастной стадии в условиях заповедного режима. Эти процессы достигли угрожающих размеров.

Показатели УКИЗВ в долине Теберды характеризуются повышенным содержанием загрязняющих веществ на фоне многих водных артерий КЧР (Рисунок 29 Б). Однако максимальная концентрация загрязняющих веществ УКИЗВ сосредоточена в 20-и км от г. Карачаевска, вверх по Тебердинской долине. В данной ситуации имеет место обособленность загрязнения воздушной среды и поверхностных вод как следствие антропогенной нагрузки на соответствующие жизнеобеспечивающие объекты.

Стихийная застройка пос. Домбай без соблюдения СНиП и отсутствие надлежащих коммуникаций привели к повышенному уровню УКИЗВ в зоне поселка и за его пределами. Поверхностная вода р. Аманауз – основного притока р. Теберды в зоне п. Домбай отнесена к 3 классу разряда «а» «загрязненная», что обусловлено нарушением существующих нормативов по пяти ингредиентам, из которых два - фенолы и железо особо выделяются своим высоким загрязняющим эффектом [124].

В Зеленчукской и Тебердинской долинах интенсивность загрязнения поверхностных вод носит направленный характер – от истоков и среднего течения к устью, что связано с переориентацией хозяйственно-рекреационных интересов к высокогорьям.

Долина р. Кубани (Рисунок 30) в отличие от Тебердинской и Зеленчукской долин исследована практически на всем протяжении ощутимой хозяйственной деятельности по территории КЧР. От слияния рек Уллу-Кам и Учкулан в пос. Учкулан до северной границы республики, на расстоянии 117 км. Р. Кубань

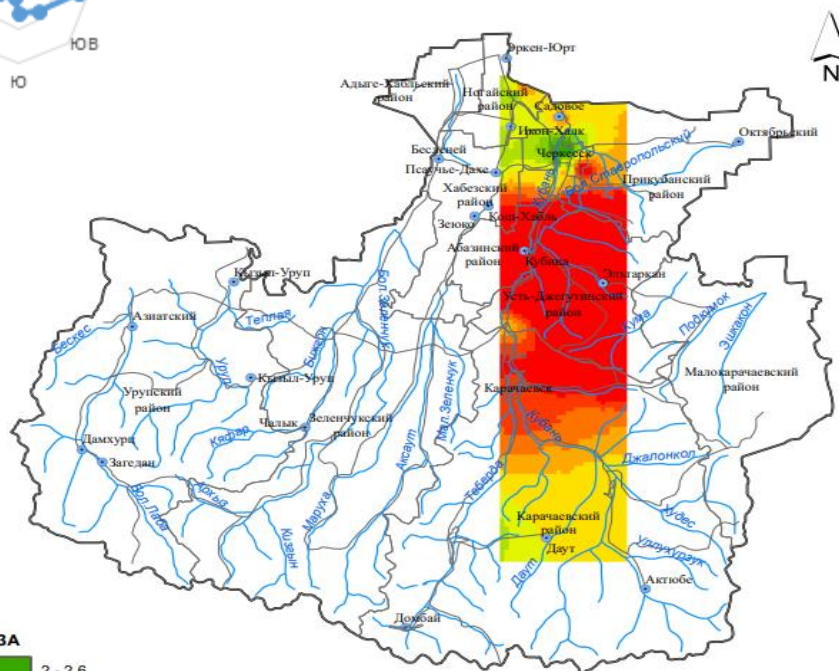
пересекает практически весь промышленно-аграрный сектор республики, формируя комплексную геоэкологическую среду, в полной мере отражающую типичность природно-антропогенных ландшафтов от среднегорий до предгорных районов [65,130]. Уровень КИЗА с максимальной концентрацией загрязняющих ингредиентов распространяется от южной границы г. Черкесска и до границы его распространения, в 6-и км южнее г. Карачаевска. Эпицентр такой концентрации КИЗА приходится на Усть-Джегутинский район. Следовательно, 60 км Кубанской долины является зоной повышенного содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Неожиданным оказался сравнительно низкий уровень КИЗА в городской зоне Черкесска, где сконцентрировано основное население и промышленно-хозяйственная деятельность. Вероятно, связь следует искать с розой ветров, перераспределяющей воздушные потоки всех направлений, с небольшим преобладанием восточного.

За южной границей г. Черкесска, где очертания Кубанской долины приобретают выраженный характер, распространение максимальных значений КИЗА происходит вверх по течению. В долине Усть-Джегутинского района, а затем и в центральной части Карачаевского района КИЗА отражает постоянный уровень концентрации загрязняющих ингредиентов.

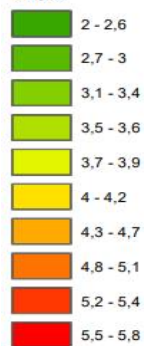
При сохранении низких значений КИЗА происходит увеличение концентрации загрязняющих элементов и соединений по показателю УКИЗВ р. Кубани, от г. Черкесска до северной границы республики. Частичная изолированность водных потоков вверх по течению от Черкесска способствует существенному снижению значений УКИЗВ, которые выше г. Карачаевска весьма незначительны.



А.

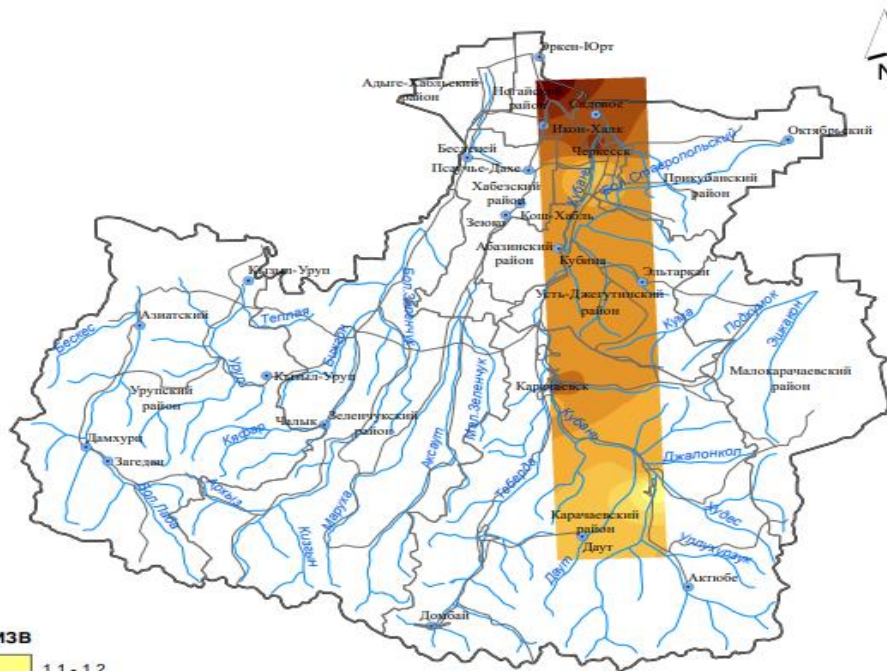


КИЗА



81

Б.



УКИЗВ

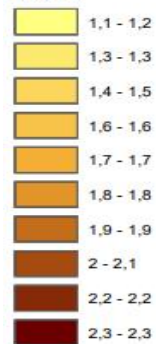


Рисунок 30. ГИС-модели загрязненности атмосферного воздуха (по показателям КИЗА) и поверхностной воды (по показателям УКИЗВ) в долине р. Кубани

По результатам «взвешенного наложения» получены унифицированные модели по долинам рек (Рисунки 31-33).

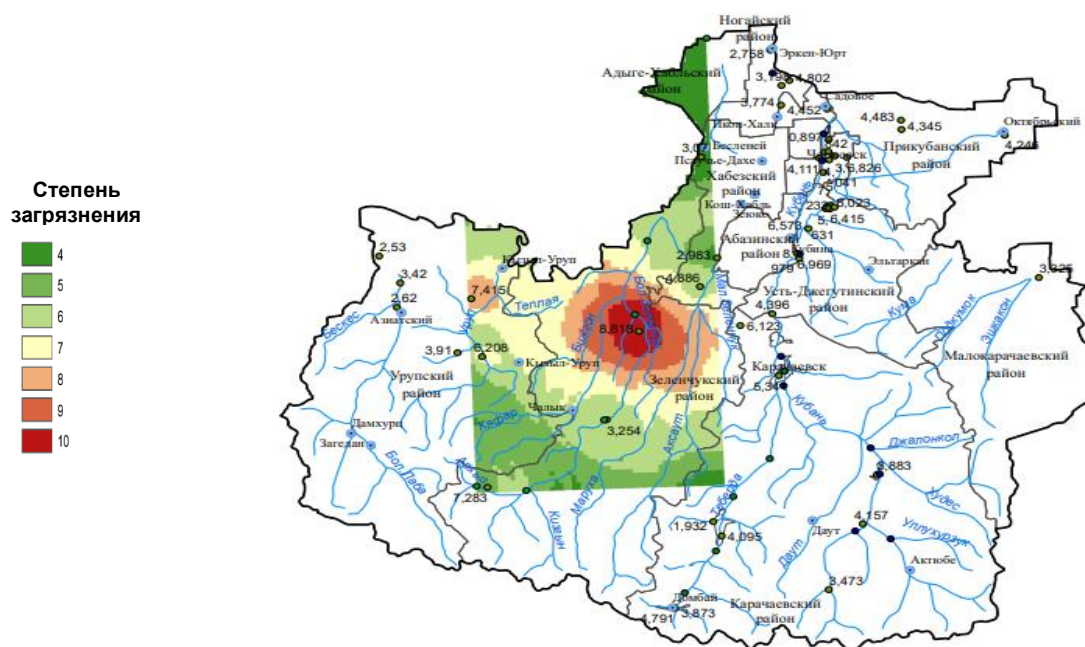


Рисунок 31. Характер распространения загрязненности воздушно-водной среды в долине р. Большой Зеленчук

Как видно из рисунка 31, весовые значения (степени загрязнения) в диапазоне от 4 до 10 совпали. Всего при переклассификации получено 10 весовых значений по каждому растру (от 1 до 10), где 1 соответствует минимальному уровню загрязнения воздушной и водной среды, 10 – максимальному уровню загрязнения. Весовые значения 8,9,10, соответствующие максимальному загрязнению как водной, так и воздушной среды в долине реки Большой Зеленчук отражены областью красного цвета с уровнем КИЗА 7,4-8,8, УКИЗВ – 2,2,3 (ст.

Зеленчукская, район асфальтобетонного завода). Весовые значения 4,5, соответствующие умеренному, но не минимальному уровню загрязнения, представлены областью зеленого и светло-зеленого цвета, КИЗА – 3-4,3, УКИЗВ – 1,5-1,7 (северная часть республики – Адыге-Хабльский район). Весовые значения 6,7, соответствующие среднему уровню загрязнения воздушной и водной среды, с областью салатого и молочного цветов, КИЗА – 3,5-4,2, УКИЗВ – 1,3-1,4, расположены в остальной части долины реки Большой Зеленчук. Таким образом, в долине реки Большой Зеленчук весовые значения загрязнения водной и воздушной среды совпали практически во всем диапазоне, за исключением 1-3 (минимальный уровень загрязнения).

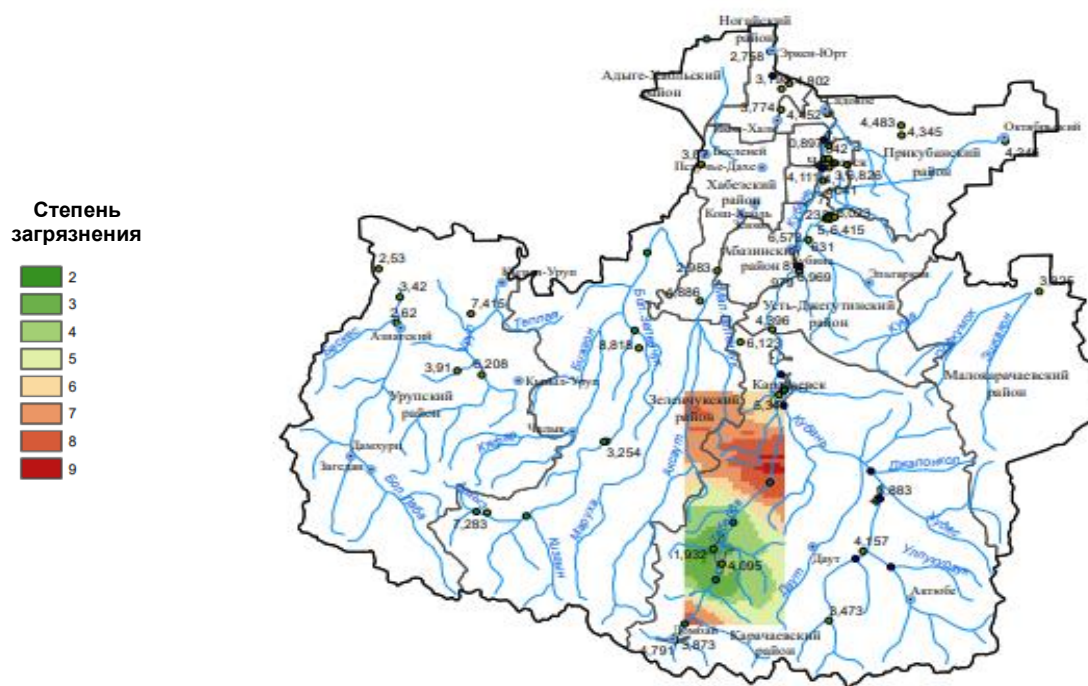


Рисунок 32. Характер распространения загрязненности воздушно-водной среды в долине р. Теберды

Как видно из рисунка 32, совпали весовые значения по долине реки Теберды в диапазоне от 2 до 9. Весовые значения 7-9, соответствующие повышенному уровню загрязнения, КИЗА 4,3-5,4, УКИЗВ-2-2,1, отражены областью красного цвета (район города Карачаевска). Весовые значения от 2 до 4-х соответствуют незначительному уровню загрязнения, КИЗА–2,7-4,1, УКИЗВ–1,5-1,9, представлены областью зеленого и светло-зеленого цвета (город-курорт Теберда).

Весовые значения 5-6, соответствующие умеренному загрязнению, КИЗА 4,2-4,3, УКИЗВ 1,9-2, отражены областью, закрашенной в молочный и светло-розовые цвета (Карачаевский район).

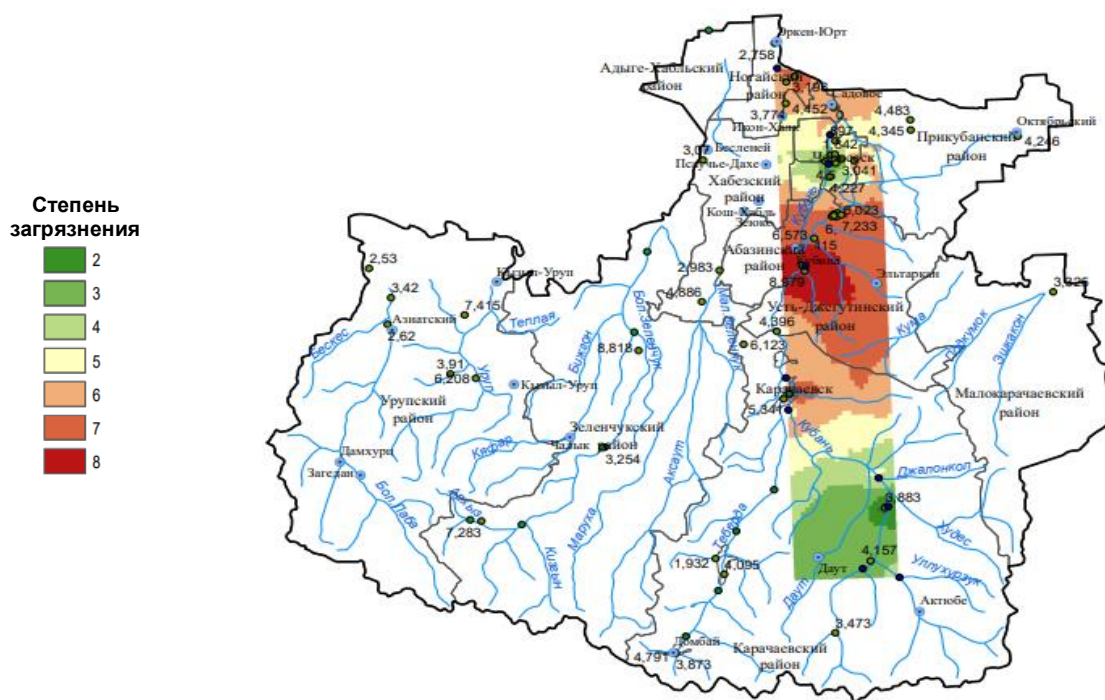


Рисунок 33. Характер распространения загрязненности воздушно-водной среды в долине р. Кубани

Как видно из рисунка 33, что в результате взвешенного наложения переклассифицированных растров КИЗА и УКИЗВ в долине р. Кубани совпали весовые значения (степени загрязнения) в диапазоне от 2 до 8. Весовые значения – 6-8, соответствующие среднему и повышенному уровню загрязнения атмосферного воздуха и поверхностной воды, КИЗА – 4,8-5,4, УКИЗВ – 1,9-2,2, обозначены областью красного цвета (от светло-красного к насыщенному). Повышенное значение загрязнения атмосферного воздуха и поверхностной воды р. Кубани приходится на Усть-Джегутинский район, насыщенный источниками выбросов загрязняющих веществ. Кроме концентрации здесь предприятий по производству строительных материалов (цемента, гипса и др.) в районе расположены два полигона сбора твердых коммунальных отходов, один из которых действующий, другой – выведен из эксплуатации, но не рекультивирован и по-прежнему оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Умеренная

степень загрязнений отражена на рисунке бежевым цветом; весовое значение – 5, КИЗА –3,7-4,7, УКИЗВ – 1,7-1,8 (Карачаевский район, вверх по течению р. Кубани). Область с низкой степенью загрязнения атмосферного воздуха и поверхностной воды, соответствующие весовые значения–2-4; КИЗА 2,3-3,6, УКИЗВ 1,2-1,6, представлена зеленым цветом (от светло-зеленого к темно-зеленому) (Карачаевский район, Даутское ущелье, район г. Черкесска).

Таким образом, наглядно продемонстрирована зависимость между загрязнением атмосферного воздуха и поверхностной воды. Весовые значения загрязнений воздуха и воды в долинах рек в значительной степени совпадают.

Полученные ГИС-модели распространения загрязняющих элементов и соединений в воздушно-водной среде долин, подверженных разнообразной хозяйственной нагрузке, позволяют регулировать комплексное природопользование горных территорий в векторе устойчивого развития, проводить мониторинг окружающей среды с учетом видов хозяйственной деятельности (промышленное производство, сельскохозяйственная деятельность, рекреация и др.), формировать пакеты для проектирования и экспертизы производственно-хозяйственных объектов.

ГЛАВА 5. ТРАНСФОРМАЦИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ КЧР

5.1. Оценка влияния загрязненности воздушной среды на показатели здоровья населения

В сфере медицинского обслуживания КЧР высказывается определенное мнение, что загрязнение воздуха провоцирует развитие заболеваний бронхо-легочной и сердечно-сосудистой систем. При этом наиболее опасными для человека являются диоксид азота, а также мелкодисперсная пыль, которые, даже в сравнительно низкой концентрации, увеличивают риск преждевременной смертности [117].

Наиболее ярким индикатором негативного влияния на здоровье человека экологической ситуации является детская заболеваемость до 1 года. Это касается, в первую очередь, заболеваний органов дыхания. На заболеваемость детей в возрасте до одного года в зоне влияния цементного завода оказывают влияние азота диоксид (46%), пылевое загрязнение атмосферного воздуха (43%), углерода оксид (7%), серы диоксид (около 1%) [173].

Важно отметить, что в окрестностях АО «Кавказцемент» проживает 34,508 тыс. чел. (7,3 % от населения республики) [173], при этом увеличивается рождаемость (в среднем от 2,4 до 3,4% ежегодно). Это еще один важный аргумент, свидетельствующий о необходимости проведения мероприятий по сокращению выбросов цементного завода. (Рисунок 34).

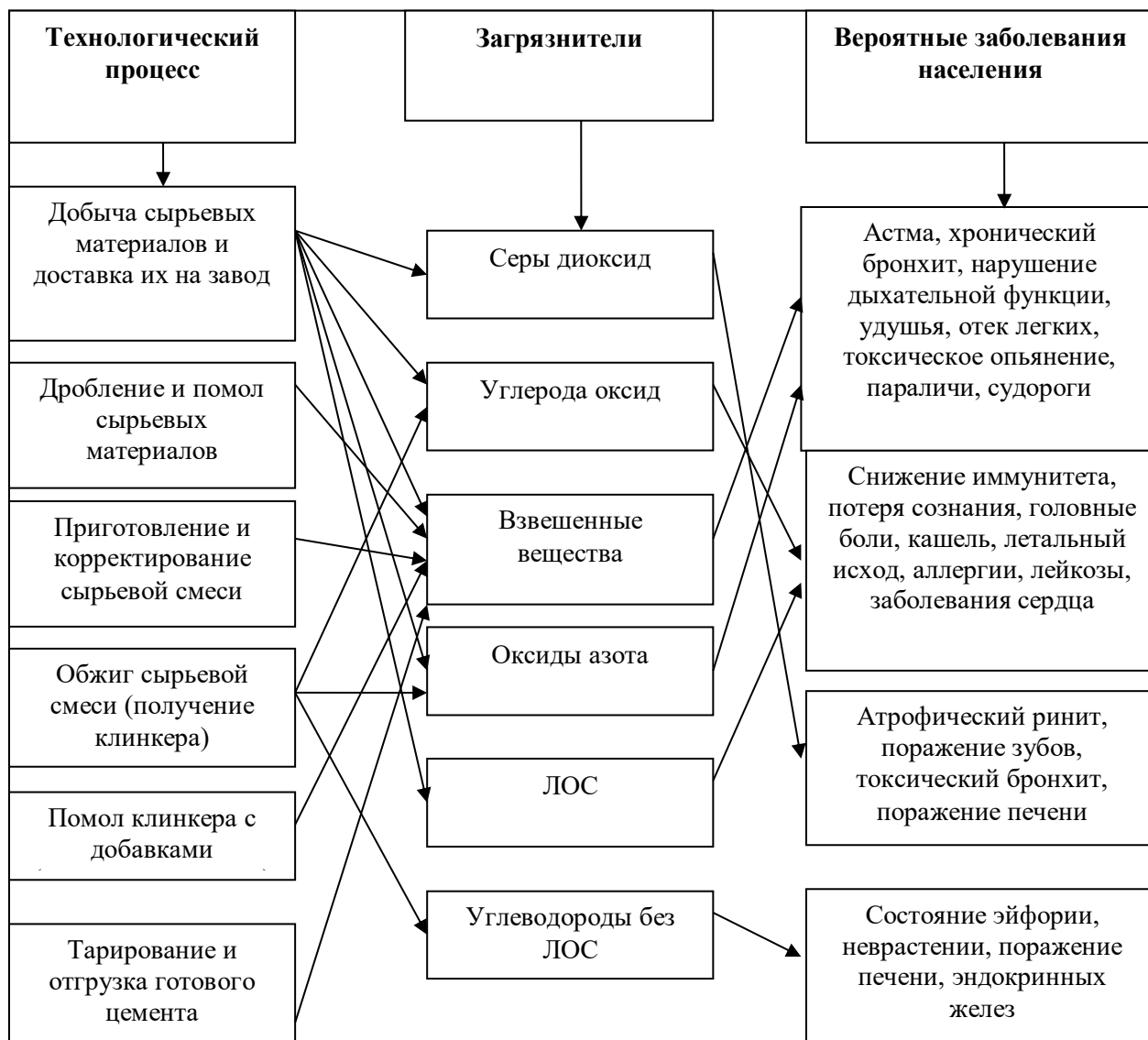


Рисунок 34. Медико-экологический фон в зоне загрязнения воздушной среды АО «Кавказцемент»

Таблица 11. Характер и распространение заболеваемости населения КЧР по средним показателям за 2012-2020 гг.,
чел. на 1000 жителей

Муниципаль- ные районы	Болезни органов дыхания		Болезни органов пищеварения		Болезни эндокринной системы		Болезни нервной системы		Болезни органов зрения		Болезни системы кровообраще- ния		Болезни кожи		Болезни костно- мышечной системы		Онкологические заболевания		Итого	
	дет и чел	взрослы е чел	дети , чел	взрослы е чел	дети , чел	взрослы е, чел	дети , чел	взрослы е, чел	дети , чел	взрослы е, чел	дети , чел	взрослы е, чел	дети , чел	взрослы е, чел	дети , чел	взрослы е, чел	дети , чел	взрослы е, чел	дети , чел	взрослы е, чел
г. Карачаевск	134	284	14	87	8	37	6	98	41	170	3	343	18	66	7	183	0	20	231	1288
Карачаевский район	94	178	3	40	0	0	2	17	9	29	1	134	6	18	1	68	0	1	116	485
Усть-Джегутинский район	129	135	12	55	3	39	11	93	20	61	1	215	9	17	4	68	0	14	189	697
Зеленчукский район	228	148	10	30	9	54	6	30	13	27	3	107	16	17	5	56	1	20	291	489
г. Черкесск	253	127	43	97	13	95	31	47	19	21	6	265	35	38	15	27	2	86	417	803
Прикубанский район	327	242	28	105	4	80	13	42	19	63	9	252	13	39	8	108	0	17	421	948
Хабезский район	166	135	8	49	4	47	6	8	17	31	3	138	8	17	3	31	0	15	215	471
Абазинский район	281	147	15	68	11	39	8	61	13	66	0	202	10	33	2	120	0	13	340	749
Адыге-Хабльский район	201	105	14	29	5	41	22	32	18	63	9	153	5	12	16	35	3	13	293	483
Ногайский район	134	58	30	19	7	39	18	12	16	28	13	73	4	8	8	10	0	11	230	258
Урупский район	137	129	19	51	2	44	4	29	10	30	1	140	7	28	6	89	0	15	186	555
Малокарачаевский район	145	154	11	44	8	32	7	12	19	39	1	151	5	8	1	15	0	11	197	466
ИТОГО	2229	1842	207	674	74	547	134	481	214	628	50	2173	136	301	76	810	6	236	3126	7692

Распределение населения КЧР приурочено к долинам рек и предгорным территориям, находящимся в единой системе горных хребтов Северного склона Западного Кавказа, а, следовательно, подверженных влиянию местной циркуляции воздушных масс. Ветровой режим, как известно, является определяющим в распространении летучих загрязнителей воздушной среды, которые оказывают непосредственное влияние на здоровье населения.

Для оценки взаимообусловленности качества воздушной среды и здоровья населения рассмотрим характер, распространение и динамику заболеваемости в КЧР за период с 2012 по 2020 гг. (Таблица 11).

В таблице 11 приведены показатели заболеваемости на 1000 чел. по административным районам республики. Данный показатель является критерием состояния здоровья населения республики. Из таблицы 11 следует, что практически по всем районам республики в большей степени взрослое население подвержено заболеваниям системы кровообращения, органов дыхания, органов зрения, костно-мышечной системы; детское население – органов дыхания, пищеварения, зрения, нервной системы.

Вышеуказанное распределение заболеваемости по нозологиям среди взрослого и детского населения КЧР отражают также рисунки 35-36.

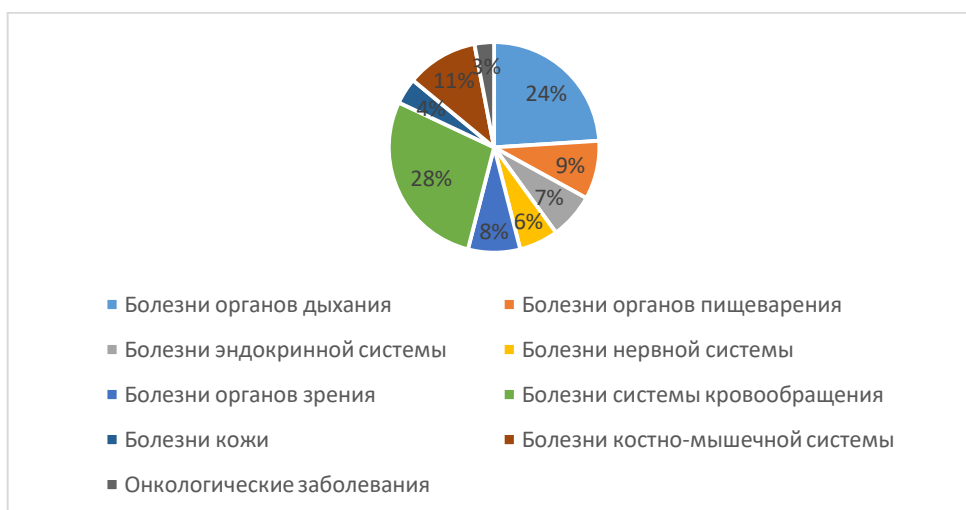


Рисунок 35. Распределение заболеваний по нозологиям среди взрослого населения КЧР



Рисунок 36. Распределение заболеваний по нозологиям среди детского населения КЧР

Анализ заболеваемости двух периодов – с 1995 по 1999 гг. и с 2012 по 2020 гг. показал весьма показательные результаты (Таблица 12). Они коррелируют с результатами исследований Н.И. Соломашенко [171] по влиянию неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье населения. Показатели здоровья улучшались по мере снижения интенсивности их воздействия.

Так как интенсивность воздействия неблагоприятных факторов среды растет, увеличивается и общая заболеваемость населения в республике (рост в 2,7 раза за последние 25 лет). В том числе растет заболеваемость органов дыхания – в 1,7 раза и нервной системы – в 1,5 раза

По данным Н.И. Соломашенко [171]– класс «общая заболеваемость» тесно коррелирует с выбросами в атмосферу пыли (коэффициент корреляции $r = 0,80$). Высокая корреляция болезней органов дыхания с валовыми выбросами в атмосферу аммиака ($r=0,51$) и сероводорода ($r=0,77$), болезней нервной системы и органов чувств – с валовыми выбросами сажи ($r=0,81$), травм и отравлений – с валовыми выбросами серы диоксида ($r=0,51$), углерода оксида ($r=0,65$), спирта этилового ($r=0,89$) и т.д.

Таблица 12. Динамика показателей здоровья населения
в геоэкологической среде КЧР

Природно-географические подрегионы КЧР	Общая заболеваемость на 1000 жителей		Заболеваемость органов дыхания, на 1000 жителей		Заболеваемость нервной системы, на 1000 жителей	
	Всего населения	В т.ч. детей %	Всего населения	В т.ч. детей %	Всего населения	В т.ч. детей
1995 – 1999 гг.						
Равнина	1464,6	53,6	622,1	75,6	183,4	41,8
Предгорья	1138,6	47,4	867,6	31,0	105,4	39,4
Горно - высокогорные территории	1360,3	53,5	967,1	34,5	119,9	40,5
2012 – 2020 гг.						
Равнина	3853,0	35,3	1447,0	63,0	217,0	63,0
Предгорья	4065,0	27,7	1558,0	55,0	239,0	18,0
Горно - высокогорные территории	2900,0	22,0	1066,0	43,0	159,0	10,0

Зависимость между заболеваемостью основными нозологиями заболеваний за период с 2012 по 2020 гг. по районам республики среди взрослого и детского населения и качеством атмосферного воздуха представлена в таблицах 13-14.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о корреляционной связи между заболеваемостью населения КЧР и загрязнением атмосферного воздуха. Заболеваемость взрослого населения республики основными заболеваниями коррелирует с загрязнением воздуха азота диоксидом, серы диоксидом, взвешенными веществами: по болезням органов кровообращения – в Усть-Джегутинском районе наблюдается сильная зависимость ($r=0,87-0,99$), г. Черкесске ($r=0,61-0,86$); по болезням органов дыхания – практически по всем районам республики тесная связь (r достигает значения $0,99$); по болезням костно-мышечной системы – тесная и умеренная связь в Усть-Джегутинском ($r=0,72-0,74$), Прикубанском районе ($r=0,78-0,88$), г. Черкесске ($r=0,64-0,89$), Абазинском районе ($r=0,62-0,90$).

Таблица 13. Корреляционная зависимость между заболеваемостью взрослого населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха КЧР с 2012 по 2020 гг.

Административные районы	r1	r2	r3	r4	Уравнение регрессии
Болезни органов дыхания					
г. Карачаевск	-0,02	-0,06	0,43	0,34	-
Карачаевский район	0,70	0,66	-0,09	0,99	$y=0,005603+11,13547*x_1+223,3234*x_4$
Усть-Джегутинский район	0,70	0,71	-0,13	0,63	$y=67,57698+34,31602*x_1+28,98225*x_4$
Зеленчукский район	0,79	0,79	-0,60	0,82	$y=-27,7493+0,44457*x_1+183,7786*x_4$
г. Черкесск	0,53	0,56	-0,47	0,54	$y=96,86629+66,97738*x_1+29,64159*x_2$
Прикубанский район	0,84	0,80	-0,19	0,93	$y=-121,385+8,390708*x_1+364,875091*x_4$
Хабезский район	0,89	0,93	-0,92	0,79	$y=152,0005+223,859*x_1+124,8156*x_2$
Абазинский район	0,77	0,84	-0,32	0,44	$y=113,926+56,2128*x_1+101,8397*x_2$
Адыге-Хабльский район	0,49	0,56	-0,35	0,00	$y=94,02858+114,349*x_1+30,38148*x_2$
Ногайский район	0,53	0,53	-0,50	0,00	$y=43,00997+163,444*x_1+62,69453*x_2$
Урупский район	0,43	0,42	-0,39	0,42	-
Малокарачаевский район	0,91	0,80	0,19	0,73	$y=0,03141+837,2118*x_1+265,775*x_2$
Болезни системы кровообращения					
г. Карачаевск	-0,19	-0,18	0,03	-0,31	-
Карачаевский район	0,38	0,34	0,08	0,70	$y=-32,6615+217,6707*x_4$
Усть-Джегутинский район	0,87	0,90	0,14	0,99	$y=-0,01689+28,15445*x_1+192,5975*x_4$
Зеленчукский район	-0,33	-0,32	0,19	-0,37	-
г. Черкесск	0,86	0,61	-0,19	0,85	$y=18,93635+7012,114*x_1+1470,96*x_4$
Прикубанский район	0,02	-0,04	0,47	0,29	-
Хабезский район	0,30	0,26	-0,15	0,35	-
Абазинский район	0,46	0,44	0,00	0,37	-
Адыге-Хабльский район	0,63	0,73	-0,48	0,00	$y=137,5349+198,75*x_1+49,44898*x_2$
Ногайский район	0,09	0,07	0,13	0,00	-
Урупский район	0,21	0,21	-0,2	0,19	-
Малокарачаевский район	0,58	0,49	0,28	0,42	$y=74,79042+486,2392*x_1+174,239*x_2$
Болезни костно-мышечной системы					
г. Карачаевск	-0,48	-0,5	0,63	-0,28	$y=65,78012+12165,6*x_1+8983,251*x_2+8372,73*x_3$
Карачаевский район	0,52	0,48	-0,01	0,81	$y=-26,255+0,423769*x_1+123,1495*x_4$
Усть-Джегутинский район	0,74	0,72	-0,51	0,42	$y=25,70603+63,09005*x_1+142,358*x_3$
Зеленчукский район	0,18	0,19	-0,26	0,13	-
г. Черкесск	0,89	0,64	-0,23	0,88	$y=4,573391+3166,608*x_1+653,61*x_4$
Прикубанский район	0,82	0,78	-0,23	0,88	$y=-36,1272+22,32918*x_1+134,710874*x_4$
Хабезский район	0,11	-0,02	0,29	0,32	-
Абазинский район	0,89	0,90	-0,16	0,62	$y=77,04042+43,57085*x_1+43,62932*x_2$
Адыге-Хабльский район	0,75	0,76	-0,24	0,00	$y=28,90384+14,87196*x_1+3,387276*x_2$
Ногайский район	-0,50	-0,48	0,23	0,00	-
Урупский район	-0,04	-0,05	0,09	0,03	-
Малокарачаевский район	0,73	0,65	0,13	0,60	$y=5,262348+32,68399*x_1+10,0852*x_2$
Болезни органов зрения					
г. Карачаевск	-0,73	-0,73	0,74	-0,61	$y=188,8772+29994,2*x_1+21992,83*x_2+19136,4*x_3$
Карачаевский район	-0,02	-0,04	0,25	0,27	-
Усть-Джегутинский район	-0,13	-0,14	-0,17	-0,24	-
Зеленчукский район	0,47	0,47	-0,44	0,44	-
г. Черкесск	0,57	0,16	0,31	0,54	$y=27,98299+4255,906*x_1+948,489*x_4$
Прикубанский район	0,42	0,38	0,05	0,55	$y=-0,01963+26,4321*x_1+78,55186*x_4$
Хабезский район	0,22	0,17	-0,06	0,28	-
Абазинский район	0,24	0,18	0,17	0,29	-
Адыге-Хабльский район	0,81	0,87	-0,38	0,00	$y=41,09537+17,065*x_1+23,30218*x_2$
Ногайский район	0,60	0,59	-0,36	0,00	$y=13,41701+218,0185*x_1+42,3448*x_2$
Урупский район	-0,31	-0,3	0,25	-0,36	-
Малокарачаевский район	0,27	0,12	0,66	0,02	$y=17,00578+22,671*x_1+89,92549*x_3$

Таблица 14. Корреляционная зависимость между заболеваемостью детского населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха КЧР с 2012 по 2020 гг.

Административные районы	r1	r2	r3	r4	Уравнение регрессии
Болезни органов дыхания					
г. Карачаевск	0,06	0,05	0,1	0,19	-
Карачаевский район	0,14	0,10	0,27	0,55	$y=46,79118+12,5107*x_1+70,20587*x_4$
Усть-Джегутинский район	0,32	0,30	-0,37	0,09	-
Зеленчукский район	0,63	0,61	-0,18	0,80	$y=0,067484+118,517*x_1+335,762*x_4$
г. Черкесск	0,77	0,41	0,07	0,75	$y=-1,01174+9629,232*x_1+2103,44*x_4$
Прикубанский район	0,99	0,97	-0,47	0,96	$y=0,030083+276,3213*x_1+185,880458*x_4$
Хабезский район	0,03	-0,12	0,45	0,29	-
Абазинский район	0,52	0,24	0,87	0,91	$y=-0,12504+163,791*x_1+315,7989*x_3+288,5756*x_4$
Адыге-Хабльский район	0,47	0,17	0,83	0,00	$y=94,42646+723,1622*x_3$
Ногайский район	0,79	0,77	-0,46	0,00	$y=-2,44604+2025,964*x_1+394,667*x_2$
Урупский район	-0,55	-0,60	0,75	-0,17	$y=-0,56685+122,5303*x_1+595,8053*x_3$
Малокарачаевский район	-0,49	-0,53	0,38	-0,55	$y=153,3664+30074,4*x_1+14427,83*x_2+15669,84*x_3$
Болезни органов пищеварения					
г. Карачаевск	-0,75	-0,75	0,73	-0,66	$y=11,65783+1560,09*x_1+1152,16*x_2+948,998*x_3$
Карачаевский район	-0,17	-0,17	0,20	-0,02	-
Усть-Джегутинский район	0,74	0,73	-0,48	0,45	$y=2,50592+70,52243*x_1+46,8251*x_2$
Зеленчукский район	-0,10	-0,11	0,22	-0,03	-
г. Черкесск	-0,46	-0,27	0,01	-0,44	-
Прикубанский район	0,09	0,06	0,20	0,22	-
Хабезский район	0,44	0,54	-0,72	0,24	$y=17,81702+4,47849*x_1+52,1057*x_3$
Абазинский район	0,81	0,85	-0,25	0,51	$y=6,263866+1,99561*x_1+16,43254*x_2$
Адыге-Хабльский район	0,01	0,03	-0,04	0,00	-
Ногайский район	0,69	0,68	-0,50	0,00	$y=-10,5999+564,7135*x_1+105,835*x_2$
Урупский район	0,78	0,78	-0,76	0,71	$y=15,34503+8137,67*x_1+1850,772*x_2+2323,308*x_4$
Малокарачаевский район	-0,35	-0,41	0,38	-0,43	-
Болезни органов зрения					
г. Карачаевск	-0,76	-0,77	0,81	-0,61	$y=19,1147+152,8921*x_3$
Карачаевский район	0,16	0,13	0,19	0,49	-
Усть-Джегутинский район	0,17	0,16	-0,16	0,07	-
Зеленчукский район	0,69	0,70	-0,75	0,59	$y=19,22588+19388,58*x_1+13412,9*x_2+19430,1*x_3$
г. Черкесск	0,83	0,69	-0,39	0,82	$y=7,680492+150,1507*x_1+25,776*x_4$
Прикубанский район	0,29	0,23	0,24	0,49	-
Хабезский район	0,16	0,14	-0,09	0,19	-
Абазинский район	-0,15	-0,13	-0,04	-0,14	-
Адыге-Хабльский район	0,44	0,44	-0,13	0,00	-
Ногайский район	0,58	0,56	-0,28	0,00	$y=0,736873+226,6145*x_1+44,6534*x_2$
Урупский район	0,10	0,07	0,02	0,26	-
Малокарачаевский район	-0,12	-0,17	0,26	-0,19	-
Болезни органов нервной системы					
г. Карачаевск	0,62	0,60	-0,40	0,72	$y=-0,19805+1,74119*x_1+8,169077*x_4$
Карачаевский район	0,49	0,47	-0,06	0,70	$y=-1,45721+0,215915*x_1+4,236324*x_4$
Усть-Джегутинский район	0,35	0,40	0,48	0,68	$y=5,183528+5,753278*x_4$
Зеленчукский район	0,70	0,71	-0,73	0,62	$y=7,935303+185,285*x_1+128,5634*x_2+172,$

г. Черкесск	0,60	0,30	0,09	0,58	$1248 \cdot x_3$ $y=12,49458+746,5668 \cdot x_1+163,856 \cdot x_4$
Прикубанский район	0,46	0,44	-0,10	0,51	-
Хабезский район	0,48	0,52	-0,57	0,38	$y=7,678273+0,35531 \cdot x_2+12,2638 \cdot x_3$
Абазинский район	0,67	0,67	-0,08	0,50	$y=2,725075+8,263342 \cdot x_1+3,699698 \cdot x_2$
Адыге-Хабльский район	-0,10	0,07	-0,50	0,00	-
Ногайский район	-0,83	-0,81	0,61	0,00	$y=29,75148+158,834 \cdot x_1+29,57524 \cdot x_2$
Урупский район	0,29	0,26	-0,13	0,49	-
Малокарачаевский район	-0,19	-0,25	0,36	-0,28	-

r_1 - коэффициент корреляции между заболеваемостью и коэффициентом (индексом) загрязнения атмосферного воздуха азота диоксидом;

r_2 - коэффициент корреляции между заболеваемостью и коэффициентом (индексом) загрязнения атмосферного воздуха серы диоксидом;

r_3 - коэффициент корреляции между заболеваемостью и коэффициентом (индексом) загрязнения атмосферного воздуха углерода оксидом;

r_4 - коэффициент корреляции между заболеваемостью и коэффициентом (индексом) загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами.

Заболеваемость детского населения коррелирует с загрязнением воздуха азота диоксидом, серы диоксидом, взвешенными веществами: по болезням органов дыхания – в значительной части районов республики наблюдается сильная и умеренная связь ($r=0,52-0,99$); по болезням органов пищеварения – тесная и умеренная связь в Усть-Джегутинском районе ($r=0,45-0,74$); Урупском районе ($r=0,71-0,78$); Ногайском районе ($r=0,68-0,69$); Абазинском районе ($r=0,51-0,85$); по болезням органов зрения – тесная связь в Зеленчукской районе ($r=0,59-0,70$); умеренная связь в Ногайском районе ($r=0,56-0,58$); по болезням органов нервной системы – тесная и умеренная связь в г. Карачаевске ($r=0,62-0,72$); Зеленчукском районе ($r=0,62-0,70$); Абазинском районе ($r=0,50-0,67$).

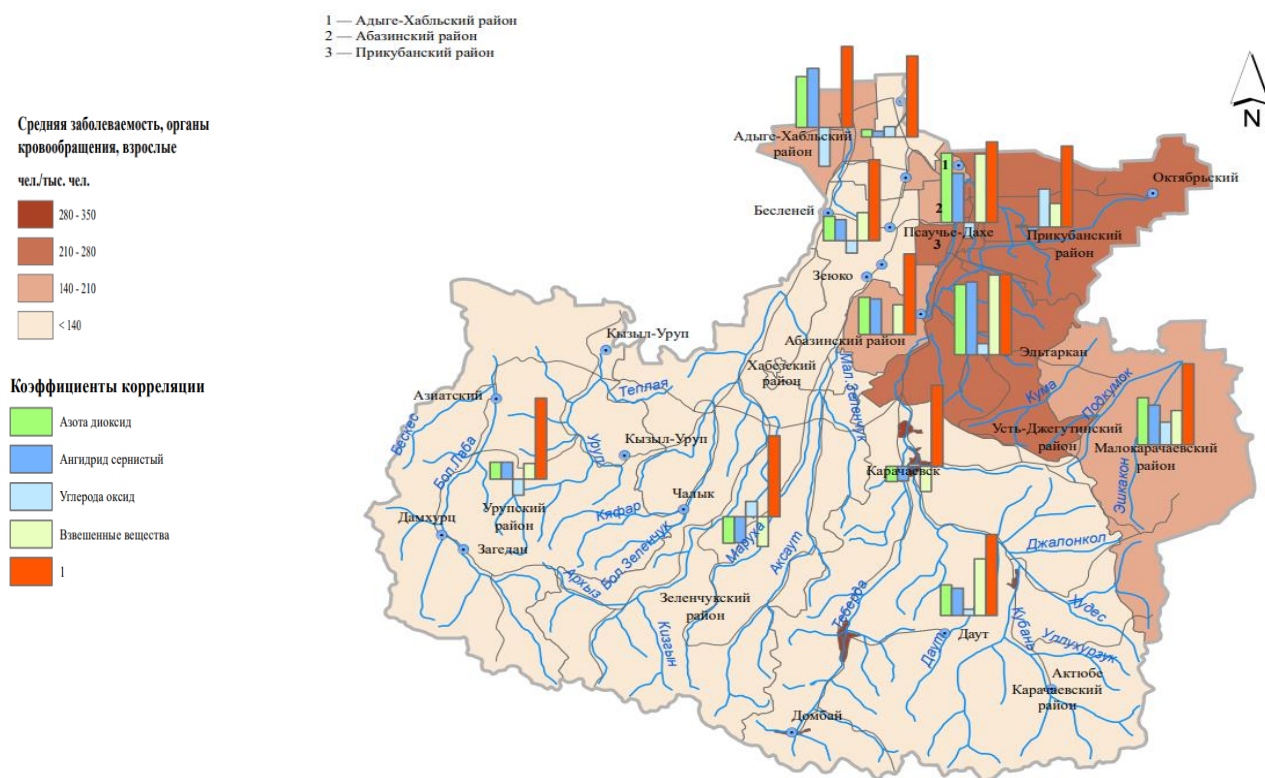


Рисунок 37. Распределение корреляционной зависимости между заболеваниями органов кровообращения взрослого населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха

Для более наглядного отображения полученные результаты (коэффициенты корреляции) соединены с распространением заболеваемости по средним показателям (Таблица 11) и отражены на рисунках (Рисунки 37-38, Приложение 4, Рисунки 5-10).

Как видно из рисунка 37, болезни органов кровообращения у взрослого населения преобладают в Усть-Джегутинском районе, г. Черкесске; полученные коэффициенты корреляции выявили по этим районам тесную связь с загрязнением атмосферного воздуха.

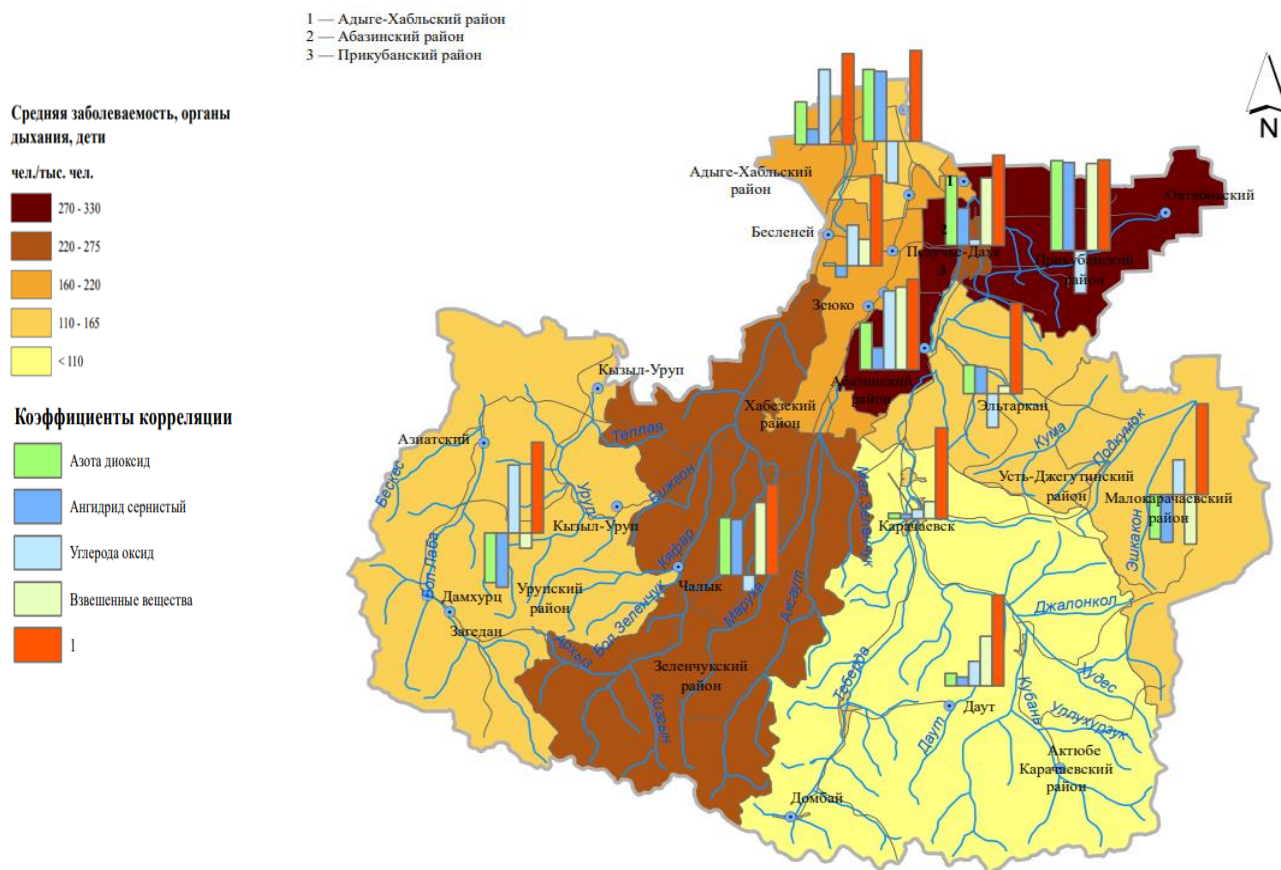


Рисунок 38. Распределение корреляционной зависимости между заболеваниями органов дыхания детского населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха

Из рисунка 38 следует, что болезни органов дыхания у детей преобладают в Прикубанском районе, Зеленчукском районе, Абазинском районе. Коэффициенты корреляции по этим районам свидетельствует об очень сильной зависимости (r до 0,99) от загрязнения воздушного бассейна.

Таким образом, в тех районах, где отмечаются высокие показатели средней заболеваемости, выявляется также тесная корреляционная зависимость с загрязнением атмосферного воздуха.

В соответствии с расчетными коэффициентами корреляции, характеризующими тесноту зависимости показателей заболеваемости населения и загрязнителей атмосферы, в природно-географических подрегионах КЧР выделены наиболее неблагоприятные районы.

В 1999 году по загрязнению атмосферы в предгорном природно-географическом подрегионе лидировали Адыге-Хабльский, Ногайский,

Прикубанский районы и г, Черкесск. В среднегорном природно-географическом подрегионе - это Абазинский, Малокарачаевский Усть-Джегутинский, Урупский и Хабезский районы.

В 2020 году к вышеперечисленным подрегионам и районам в число загрязненных присоединились районы горно-высокогорного подрегиона – Карачаевский, Зеленчукский и город Карачаевск. Этот факт отражен в настоящем исследовании (Глава 3). Об этом также свидетельствует загрязненность поверхностных вод [65, 130].

Высокий уровень заболеваемости и загрязнения окружающей среды в предгорных районах по результатам исследования связан с большим количеством выбросов в атмосферу азота диоксида, серы диоксида, запыленность территории.

Оказывают влияние и другие факторы: погодно-климатические условия, повышенное содержание в почве и воде меди и цинка.

Таким образом, при достаточно высокой степени корреляционной связи загрязнителей атмосферы с заболеваемостью населения отмечается увеличение загрязненности территорий республики от предгорий к горно-высокогорному подрегиону. Характер общей заболеваемости населения и отдельных классов болезней, коррелирующих с загрязнителями атмосферного воздуха, также имеет тенденцию повышения по мере увеличения высотных уровней.

Распространение заболеваемости других органов, систем и отдельных частей тела у населения республики зависит от ряда причин, среди которых не маловажная роль принадлежит качеству питьевой воды.

5.2. Реакция лесной растительности на качество атмосферного воздуха в рекреационной зоне

Усыхание темнохвойных древостоев на горных склонах Тебердинского национального парка в КЧР, которое приобрело массовый характер, стало предметом научных дискуссий и разнообразных экспертных оценок. Имеющаяся информация пока не дает достаточно убедительных объяснений причинно-следственных связей этого нехарактерного явления. В рамках проведения

геоэкологического мониторинга НИЛ геоэкологического мониторинга КЧГУ имени У.Д. Алиева и ЦИАТИ по КЧР при непосредственном участии автора проведены экспериментально-аналитические исследования лесных массивов с усохшими ельниками и антропогенной нагрузкой на контактной территории.

Считается, что растения, особенно подвергнуты стрессам, вызванным загрязнением воздуха [109,163]. Они до определенного уровня проявляют устойчивость, но в дальнейшем даже слабое увеличение концентрации вредных веществ в атмосфере ведет к снижению прироста и даже гибели. Загрязнители атмосферы в виде различных взвесей, характерных для туманов, дымки или смогов, способствуют образованию проблемной экологической ситуации [174].

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух республики – около 50 тыс. тонн в год (без учета 2-х последних лет наблюдений), что весьма существенно в стесненных горных условиях [136]. Это вероятно и послужило определяющим фактором изучения усыхания ельников в зависимости от динамики качества формирующейся здесь воздушной среды. Физиологические особенности ели восточной в горах Кавказа в отличие от сопутствующих пород характеризуют ее как наиболее уязвимую к воздействию внешних загрязнителей атмосферного воздуха.

В условиях высокогорного рельефа, узких разветвленных долин, значительных перепадов высот, изменений климата в сторону потепления горные леса становятся особенно уязвимыми к антропогенным воздействиям.

Повышение температуры воздуха в среднем на 1,7 °С, увеличение количества осадков на 43,8 мм за последние 45 лет привело к существенным изменениям лесной растительности, что проявляется в трансформации ее популяционной и пространственной структуры.

Основные проявления этих процессов – смещение верхней границы леса и полосы древесно-кустарниковой растительности вверх по склонам, сокращение площади травянистой растительности субальпийского и альпийского высотных поясов. Как следствие – нарушение устойчивости типичных популяций и

отдельных видов по отношению к генетическому и экологическому давлению. В особенности страдают от этих процессов горные леса [122].

Как следствие, горные леса становятся менее устойчивыми к воздействию неблагоприятных факторов, таких как загрязнение атмосферного воздуха, неблагоприятные погодные явления. Снижается их разнообразие. Ослабленные растения становятся более восприимчивыми к инфекционным или биотическим заболеваниям, в том числе и к воздействию вредных насекомых. Это приводит к изменению структуры леса и, в целом, всего ландшафта. При этом, даже в относительно стабильных условиях лесные фитоценозы, их качество существенно ухудшаются.

К факторам загрязнения воздуха, ухудшающим состояние лесных фитоценозов относятся, в первую очередь, кислотные дожди, тяжелые металлы и фотооксиданты. В высокогорьях, в связи с максимальным для республики количеством осадков и продолжающимся их ростом этот фактор приобретает особое значение в развитии негативных тенденций в функционировании и структуре горных лесов [29,182].

В частности, в качестве наиболее яркого примера следует привести факт массового усыхания ели восточной (*Picea orientalis*) в долине реки Теберды. Здесь основным антропогенным фактором следует назвать значительный поток транзитного автотранспорта, способствующий загрязнению воздуха со всеми вытекающими последствиями.



Фото 1. Усыхание ели восточной в Тебердинском национальном парке

Пересеченный горный рельеф, особенности горно-долинной циркуляции способствуют частым воздушным инверсиям, застойным атмосферным явлениям, вызывающим туманы, смоги, изморози, что приводит к накоплению опасных атмосферных примесей в горных долинах. Горно-долинные ветры способствуют проникновению атмосферных загрязнений в среднегорные и высокогорные ущелья.

Основной источник загрязнения воздуха – это выбросы автотранспорта. В некоторых ущельях, например, в Тебердинском, поток автотранспорта за изучаемый период вырос в пять раз. При этом увеличилась в значительной степени доля грузового автотранспорта и спецтехники в виду высокой интенсивности строительных работ в Домбае и других в высокогорных поселениях.

Другие источники загрязнения - это выбросы нефтепродуктов и угля, сжигаемых на тепловых котельных, промышленные бойлеры сопредельных территорий, летучие отходы производственных предприятий, органическое топливо, древесина и другое топливное сырье, используемые для обогрева помещений, в быту и частном хозяйстве, сжигание сельскохозяйственных отходов.

Нередко в горных лесных долинах происходит концентрация аэрозолей в результате фотохимического окисления терпенов, выпадают кислотные дожди.

В наибольшей степени такие неблагоприятные ситуации сказываются на состоянии ели восточной, наименее устойчивой к подобным воздействиям.



Фото 2. Массовое усыхание ели восточной в долине реки Гоначхир
Тебердинского национального парка

Автотранспорт по объему выбросов за многолетний период (с 2000 г.) вносит значительный вклад в загрязнение атмосферы. На автотранспорт приходится в среднем до 70% загрязняющих веществ ежегодно (Глава 2). С выбросами автотранспорта связано накопление в воздухе значительного количества оксида углерода и азота (Таблица 15).

Таблица 15. Распределение загрязняющих веществ в выбросах
автотранспорта на территории КЧР за 2010-2020 гг.

Природно-географические подрегионы	Интервал абсолютных высот, м н.у.м	Основные загрязняющие вещества в выбросах выхлопных газов автотранспорта, тыс. т/год		
		Углерода оксид	Азота диоксид	Итого выбросов
Предгорный	450 - 950	10,9454	0,4314	11,3768
Среднегорный	950 – 1500	15,7942	8,2374	24,0316
Горный	1500 - 2100	5,4358	0,6746	6,1104
Итого по КЧР	450 - 2100	32,1754	9,3434	47,6292

За указанный период загрязнители атмосферного воздуха от промышленного производства, в среднем составили около 30% от общего объема выбросов в год. В структуре промышленных выбросов преобладают взвешенные вещества, оксиды азота, углеводороды (без ЛОС) и оксид углерода.

Такое перераспределение количественных и качественных показателей атмосферных выбросов в КЧР объясняется снижением развития промышленного производства в равнинно-холмистых и предгорных районах и концентрацией автотранспорта в среднегорьях. Указанные виды загрязняющих веществ являются преобладающими в негативном влиянии как на окружающую среду и здоровье человека, так и на живые организмы.

Также ощутимые воздействия на леса оказывает серы диоксид, его производные, оксиды азота, озона, фтора, хлора, продукты фотохимического смога.

Загрязнители влияют на леса либо в виде медленных (хронических) отравлений, либо в виде острых поражений типа ожогов. Поэтому характерные черты гибели лесов могут появляться медленно (изреживание и постепенный распад) либо внезапно (катастрофично). Прекращению жизненных функций деревьев обычно предшествует практически незаметный (скрытый) период поражения, который затем быстро проявляется на фоне неблагоприятных погодноклиматических условий. Существенное влияние могут оказывать суровые или необыкновенно теплые зимы, летние засухи, размножение вредителей, различные антропогенные воздействия [89,182].

Существенное влияние на лесную растительность оказывают оксиды азота. Их появление в атмосфере связано с процессами горения. В результате фотохимических реакций при участии углеводородов оксид азота превращается в диоксид [25,63]. Данные соединения могут поступать в больших количествах с сельскохозяйственных угодий с активной подкормкой азотными удобрениями.

Но главными источниками выбросов оксидов азота являются автотранспорт и химические заводы производящие азотные удобрения [63]. Значительные выбросы аммиака связаны с эксплуатацией объектов животноводства, пастбищных и пахотных угодий.

Летучие органические соединения (ЛОС) также являются значимыми загрязнителями воздуха. Природным источником данных загрязнителей являются различные органические соединения (спирты, кислоты простые и сложные эфиры). Наиболее распространенным среди них является изопрен [74,182].

Патологическое влияние на лесную растительность могут оказывать парниковые газы, в том числе углекислый газ метан и закись азота.

Пожары насыщают воздушное пространство SO_2 , аэрозолями серы, черным углеродом, тяжелыми металлами и органическими загрязнителями. При этом температура воздуха в ущельях резко возрастает. Большинство из указанных веществ представляет собой газы, которые действуют на деревья непосредственно через ассимиляционный аппарат в виде сухих осадков. При химических реакциях с водой некоторые из них ведут к подкислению воздушной среды и становятся причиной образования кислотных осадков. Дождь при кислотности 5,6 из-за присутствия углекислого газа (CO_2) в воздухе, образует с водой угольную кислоту (H_2CO_3), даже при отсутствии подкисляющих загрязнителей.

Лесные геосистемы подвержены воздействию кислотных дождей, которые возникают конденсацией в воздушной среде оксидов азота и серы диоксида.

Разные породы деревьев существенно отличаются восприимчивостью к действию загрязнителей атмосферного воздуха. Одни из них проявляют стойкость, другие, напротив, весьма уязвимы. Реакция деревьев на загрязнители во многом зависит от физиологической продолжительности ассимиляционного аппарата, т.е. срока сохранения на дереве листьев или хвои. Деревья лиственных пород с опадающей ежегодно листвой более устойчивы к вредному действию атмосферных примесей, чем вечнозеленые хвойные, у которых хвоя держится на ветвях несколько лет [48,68].

С целью более полного выявления причинно-следственных связей усыхания ельников под воздействием атмосферных примесей в Тебердинском национальном парке были взяты навески (пробы) усохшей хвои от пораженных деревьев и свежей, физиологически здоровой хвои от благонадежных особей ели.

В результате проведенного количественного химического анализа (КХА) [153] наблюдается значительное увеличение содержания концентраций тяжелых металлов в пораженной хвое по сравнению с фоновым образцом: железо – в 7,12

раз; цинка – в 1,57 раза; марганца – в 8,43 раза. Также выявлено увеличение содержания некоторых видов солей кислот: нитритов – в 1,07 раза; фосфатов – в 8,38 раза. Для навесок хвои обеих проб характерно высокое индивидуальное отличие в уровне накопления железа и марганца (Таблица 16).

Таблица 16. Содержание элементов в навесках хвои

Показатели	Единица измерения	Результаты испытаний (измерений) с характеристикой погрешности, $\pm\Delta$	
		Хвоя ели (фоновая)	Хвоя ели (пораженная)
Железо	%	<0,1 0,008 $\pm$ 0,003	<0,1 0,057 $\pm$ 0,023
Цинк	мг/кг	<20 7,0 $\pm$ 2,4	<20 11 $\pm$ 3
Марганец	мг/кг	<200 14 $\pm$ 4	<200 118 $\pm$ 30
Нитритный азот	мг/кг	0,15 $\pm$ 0,06	0,16 $\pm$ 0,06
Фосфат-ион	мг/кг	0,37 $\pm$ 0,06	3,1 $\pm$ 0,4

Темно-голубоватый оттенок хвои усохшей ели может указывать на переизбыток железа, способствующий прекращению роста и развитию деревьев, отмиранию ее молодых побегов.

Поступление тяжёлых металлов в биосферу вследствие техногенного рассеяния осуществляется различными путями. Важнейшим из них является выброс при высокотемпературных процессах, в том числе от сжигания топлива автотранспортом.

Считается, что определение тяжелых металлов в наземных органах растений может составлять альтернативу отбору проб атмосферного воздуха для анализа его загрязненности. Такого рода модификация мониторинга позволяет более эффективно рассматривать проблему экологически чистого контроля окружающей среды. В отношении отдельных местных видов эту проблему можно решать использованием популяций деревьев, оптимально сохраняющих себя в разной возрастной стадии.

Принято считать, что высокая степень генетической изменчивости способствует адаптации растений к условиям загрязненной среды [194], а более гетерозиготные особи обладают и большей жизнестойкостью в техногенных

биотопах. Вероятная возможность отличия свойственна возрастным популяциям видов с высоким и низким уровнем аккумуляции марганца и железа.

Повышенное содержание солей фосфатов и нитритов, очевидно, следует рассматривать как результат преобразованных биохимических процессов и физиологических функций ассимиляционного аппарата, нарушенного внешними воздействиями.

Таким образом, в хвое ели восточной Тебердинского национального парка с возрастом происходит избыточное накопление железа и особенно марганца вследствие аэротехногенного загрязнения, в первую очередь, выбросами автотранспорта, поток которого значительно увеличился. Повышенное содержание цинка менее значительно.

5.3. Рекомендации по улучшению геоэкологической ситуации в регионе исследования

Геоэкологическая ситуация региона зависит от состояния потенциальной геоэкологической емкости территории [148], способной сохранять природный и социальный баланс круговорота вещества и энергии [169]. Воздушный бассейн в структуре геосистем является основным резервуаром быстрого перемещения накапливающихся веществ антропогенного происхождения. Комплексное исследование взаимодействия качества атмосферного воздуха с геоэлементами окружающей среды КЧР позволяют рекомендовать ряд мероприятий, направленных на снижение интенсивности и силы воздействия факторов загрязнения воздушной среды и улучшение показателей здоровья населения региона.

В регионе наблюдается крайне низкая лесистость в северных, предгорных и равнинно-холмистых районах республики, во многом определяя геоэкологическую емкость воздушной среды. Склоны холмистой и горной местности также нуждаются в облесении. В качестве теоретической основы лесоразведения в горах Северного Кавказа может быть принята модель оптимизации практики лесовосстановления и лесопользования [122], содержащая следующие мероприятия:

- выбор пород для облесения малолесных районов республики необходимо осуществлять из представителей пород (преимущественно хвойных), избегая завоза инородных и экзотических видов;
- лесорастительные условия должны максимально соответствовать оптимальному набору геоэлементов для определенных к высадке видов;
- в северных, равнинно-холмистых районах республики, целесообразно формировать сложные по составу насаждения из 2-3 видов основного яруса; экспериментальный опыт высадки горных пород в Ставропольском, Краснодарском краях и других регионах Юга России имеется;
- на равнинных участках пересеченного рельефа целесообразно развивать плодово-ягодное садоводство;
- в качестве профилактического мероприятия в усыхающих древостоях рекреационной зоны республики целесообразно производить выборку деревьев на начальной стадии усыхания. Даже на особо охраняемых территориях, подвергшихся катастрофическим процессам такие мероприятия допустимы;
- на деградированных участках леса рекреационной зоны Тебердинского национального парка необходимо содействие возобновлению пихты кавказской и сосны обыкновенной (частичная минерализация почвы, пересадка и посадка саженцев, формирование состава древостоя и т.д.). Примеси ели восточной в составе основного яруса не должна превышать 30%.

Немаловажное значение имеет высадка зеленых насаждений вокруг промышленных объектов и вдоль автомобильных дорог, зонирование территорий. Зеленые насаждения защищают воздушную среду от загрязнений. В период вегетации растительность обогащает воздух кислородом и поглощает углекислый газ. С одного гектара, засаженного деревьями, выделяется до 30 кг в год эфирных масел, а в час подобная площадь поглощает углекислый газ, выделяемый 200 человек. Деревья очищают атмосферный воздух от выхлопных газов. Каждое взрослое дерево ежегодно поглощает такой объем отработанных газов автомобилей, который выделяется за 25 тысяч километров пробега [87,113]. Зеленые насаждения также снижают шумовое загрязнение. Растительность

положительно влияет и на климат. Температура воздуха в самую жаркую погоду в тени зеленых насаждений на 10-12 градусов ниже, чем в районах городской застройки. В парках на 15-30% выше влажность, что приводит к снижению температуры воздуха, создавая тем самым комфортную среду для человека. Прохлада и влажность воздуха обеспечивается испарением влаги поверхностью листьев деревьев. В результате над крупными зелеными массивами летом устанавливаются нисходящие токи воздуха. Они уносят пыль из атмосферы и осаждают ее на кронах деревьев и кустарников: 1 га деревьев хвойных пород задерживает за год 40 тонн, а лиственные – около 100 тонн. Подобными свойствами обладают также сирень, акация, шиповник и др. Насаждения очищают воздух от промышленных и выхлопных газов. На озелененных участках микрорайонов запыленность воздуха на 40% ниже, чем на открытых площадках [188].

Установленная тесная связь загрязненности воздушного пространства и поверхностных вод в республике, связанная с экстенсивным освоением береговых площадей, требует принятия неотложных мер по охране и эксплуатации прибрежных территорий:

- не допускать вырубки древостоев по берегам рек на расстоянии не менее 30 от береговой линии;
- исключить строительство животноводческих строений в непосредственном контакте с водными потоками;
- усилить контроль ответственных организаций, СМИ и общественности по недопущению образования несанкционированных свалок по берегам рек и в лесных массивах.

С целью снижения выбросов загрязняющих веществ необходим ряд мер технического характера. В частности, перевод технологического процесса производства АО «Кавказцемент» - основного стационарного источника выбросов загрязняющих веществ с «мокрого» на «сухой» способ производства цемента. Основные изменения заключаются в принципиально иной технологической схеме производства клинкера. При «мокром» способе производства сырьевые материалы размалываются в воде, а усреднение и корректирование смеси производят

сырьевыми шламами, представляющими водную суспензию с влажностью 32-50%. Далее сырьевой шлам направляется на обжиг во вращающуюся печь. При «сухом» способе шихту размалывают в тонкодисперсный порошок, а смешение, усреднение и корректирование производят со смесью в виде сырьевой муки. Далее сырьевая мука направляется на обжиг. Основные преимущества «сухого» способа: низкий расход топлива, и как следствие, низкий удельный расход тепла на обжиг клинкера. При «сухом» способе расход тепла на обжиг составляет 2900-3750 кДж/кг клинкера, при «мокроем» - 5400-6700 кДж/кг. В целом при «сухом» способе с учетом тепла на подсушку сырьевых материалов расходуется 3100-4400 кДж/кг клинкера; объем печных газов при «сухом» способе на 35-40% меньше, чем при «мокроем» способе при одинаковой производительности печи. Вследствие этого затраты на обеспыливание печных газов ниже. При «сухом» способе имеется возможность использования горячих отходящих газов для сушки сырья при его помоле в шаровых мельницах. Это в свою очередь позволяет дополнительно снизить общий расход тепла на производство клинкера. Таким образом, при «сухом» способе производства достигается снижение общего количества выбросов загрязняющих веществ (азота диоксида, азота оксида, углерода оксида, пыли неорганической) на 40%.

Воздействие дорожного-транспортного комплекса на окружающую среду, в части производства и применения асфальтобетонных смесей, также необходимо минимизировать, используя технические решения. Увеличение протяженности и темпов строительства автомобильных дорог приводит к постоянному росту объемов производства асфальтобетонных смесей, что в свою очередь сказывается на увеличении выбросов при их изготовлении на асфальтобетонных заводах (АБЗ). АБЗ – это комплекс технологического, энергетического и вспомогательного оборудования, предназначенного для выполнения операций по приготовлению асфальтобетонных смесей. При работе асфальтосмесительной установки на большинстве АБЗ региона используется мазут, при сжигании которого выделяется значительное количество загрязняющих веществ: пыль неорганическая, углерода оксид, азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углеводороды, мазутная зола,

сажа. Замена мазута в качестве топлива на природный газ поможет достичь снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу: на 79,5% - азота диоксида, на 80,7%- азота оксида, на 67,3% -углерода оксида, на 95,8% - углеводородов, на 99,8% - серы диоксида.

Выбросы загрязняющих веществ от действующего хвостохранилища горно-обогатительного комбината целесообразно снизить путем закрепления тела хвостохранилища специальными растворами. Закрепление – это создание на поверхности корки, препятствующей испарению и пылению. Основу растворов для закрепления составляют олигомеры на основе акрилатов и винилацетата, которые под действием кислорода воздуха, а также вследствие испарения и поглощения воды пылящей поверхностью образуют корку, препятствующую выделению загрязняющих веществ с поверхности хвостохранилища. В результате проведенных мероприятий снижение выбросов загрязняющих веществ составит 20-25%.

В рекреационных районах республики основными условиями снижения выбросов загрязняющих веществ в воздушную среду являются: газификация домашних хозяйств, умеренное регулирование тарифов на потребление электроэнергии, оптимизация туристско-рекреационной нагрузки путем ограничения движения автотранспортных средств низких экологических классов. На прилегающей территории к зоне с ограничением въезда автотранспортных средств низких экологических классов целесообразно организовать парковки (парковочные места) в целях их размещения. В рекреационной зоне с. Архыз ввиду продолжающегося строительства курортной инфраструктуры необходимо снижение негативного воздействия на атмосферный воздух дорожной техники, при работе которой выделяются загрязняющие вещества: азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, сажа, углеводороды. Одним из приоритетных направлений в решении данной проблемы является оснащение двигателей внутреннего сгорания каталитическими нейтрализаторами отработавших газов. Данная конструкция устанавливается вместо глушителя и состоит из четырех блоков: сепаратора сажи, каталитического дожига сажи, каталитического окисления и восстановления. В

результате функционирования данной конструкции происходит каталитический дожиг сажи, окисление углерода оксида, окисление углеводородов, восстановление оксидов азота, снижение шума работающего двигателя. В количественном выражении снижение выбросов загрязняющих веществ достигает 30%.

Таким образом, все предложенные рекомендации будут способствовать улучшению качества атмосферного воздуха, смягчению последствий изменения климата, улучшению качества жизни, повышению продолжительности жизни населения региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволяют сделать следующие основные **выводы**.

1. Природно-географические условия (климат, водные ресурсы, ветер, растительность) определяют качество воздушной среды и ассимиляционный потенциал. Потепление климата (в моделях за 45-летний период) по региону характеризуется повышением температуры воздуха на 1,7 °С, а увеличение атмосферных осадков составило 43,8 мм/год. Сезонами, когда расход осадков превышает их поступление, являются поздняя весна, лето, ранняя осень. Потепление климата в КЧР имеет характерные региональные особенности, проявляется во всех природно-географических подрегионах республики и сопровождается увеличением продолжительности вегетационного периода до 12-13 дней. В сроки массовой вегетации участились полужасушливые и стали не редкими даже засушливые периоды общей продолжительностью до 2-х недель, значительно снижающие ассимиляционный потенциал растительных сообществ и экосистем. В периоды засушливости происходит насыщение воздушного пространства летучими веществами – аэрозолями, часто агрессивными, содержащими серу, азот, углерод и хлор. Сохраняясь в воздушной среде, они участвуют в образовании и выпадении кислотных осадков, проявлении инверсий, которые в республике существенно участились. Аэрозольное насыщение атмосферного воздуха зимой подтверждается значительным увеличением таких явлений, как изморозь, смог, инверсии. Увеличение продолжительности зимних оттепелей и снижение уровня накопления снега зимой сопровождается вторичной вегетацией.

В формировании климата важное место принадлежит ветровому режиму (повторяемости и скорости ветров). Высокие скорости перемещения воздушных масс на территории республики чаще отмечаются в равнинно-холмистом и предгорном подрегионах. Условия концентрации и распространения

загрязняющих веществ в атмосфере значительно обусловлены направлением ветров.

В засушливые периоды в предгорном подрегионе республики до высоты 700-800 м н.у.м. участились пыльные бури, когда воздух насыщается пылью, песком и мелкими частицами почвы. Возникают они при восточных ветрах, достигающих скорости в среднем 6-10 м/сек, наибольшей – 20-25 м/сек. Выше отметки 1500 м н.у.м. пыльных бурь практически не бывает.

Общая циркуляция воздушных потоков влияет и на загрязнение поверхностных вод. Ветер, содержащий пыль, переносит взвешенные вещества в высокогорья, к истокам горных рек, где в результате осаждения дисперсных частиц, происходит загрязнение водотоков.

Исключительно важную роль в ассимиляционном процессе состояния воздушной среды ПТК КЧР выполняет растительность, в особенности горные леса. Загрязнение атмосферы вероятно и послужило определяющим фактором усыхания ельников в зависимости от динамики качества формирующейся здесь воздушной среды. Физиологические особенности ели восточной в горах Кавказа в отличие от сопутствующих пород характеризуют ее как наиболее уязвимую к воздействию внешних загрязнителей атмосферного воздуха.

Резкое сокращение лесов в КЧР, играющих большую роль в поддержании равновесия в природе, привело не только к простому истощению лесного капитала. Лесистость отдельных районов снизилась до критических отметок. Например, в Прикубанском районе она составляет 1 %, в Ногайском – 1,8 %, в Хабезском – 3,7 %. Региональное потепление климата и неумеренная хозяйственная деятельность вызвали крайне нежелательные последствия, такие как обмеление рек, снижение их стока, разрушительные паводки, селевые потоки, эрозия почв, а также снижение ассимиляционных функций природы региона.

2. Унификация принятой методологии заключается в объединении групп методов: инструментально-полевых, лабораторных, эколого-аналитических, геоинформационно-аналитических, вероятностно-статистических. В ходе проведения полевых измерений и лабораторных исследований с применением

фотометрии, электрохимии, хроматографии, атомно-абсорбционной спектрометрии и т.д., сформированы базы данных качественного состояния воздушной среды, поверхностных вод и растительности. Исследования фондовых и архивных материалов позволили получить информацию о геоэкологической ситуации региона (источниках выбросов и сбросов, природно-климатических характеристик, заболеваемости населения и других факторах, определяющих качество атмосферного воздуха).

С помощью ГИС-моделирования в программной среде ArcGIS построены модели загрязнения воздушной и водной среды по отдельным загрязнителям и комплексным показателям. На основе статистического метода, корреляционно-регрессионного анализа установлена зависимость между заболеваемостью населения региона и загрязнением воздушной среды отдельными веществами, построены прогнозные модели заболеваемости. Таким образом, совокупность принятых методов позволила сформировать единую методологию комплексной оценки трансформации качества воздушной среды в геоэкологической ситуации дифференцированного горно-равнинного региона.

3. Основными источниками загрязнения воздушной среды КЧР являются промышленность и автотранспорт. Промышленность региона представлена предприятиями по производству строительных материалов (цемента, гипса, извести) ввиду близости к районам производства сырьевых месторождений, а также предприятиями по производству материалов для дорожно-эксплуатационной отрасли (производство асфальтобетонов).

Всего в республике зарегистрировано 240 объектов, осуществляющих выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также более 127000 единиц постоянно присутствующего автотранспорта, в том числе грузового около 30000 единиц. Преобладающим загрязнителем атмосферного воздуха в республике является автотранспорт, на долю которого приходится в среднем 70 % от общего количества выбросов.

В составе и структуре выбросов выявлены 196 видов загрязняющих веществ (ЗВ), отнесенные к классам опасности от I – чрезвычайно опасные (ПДК м.р. <0,1

мг/м³), до IV – малоопасные (ПДК м.р. >0,1 мг/м³). Наиболее токсичные вещества (I и II классы опасности) поступают от предприятий энергетического комплекса и транспорта. Все вещества сведены в следующие категории: углерода оксид, оксиды азота, взвешенные (твердые) вещества, серы диоксид, летучие органические соединения (ЛОС), углеводороды без ЛОС.

Изучение распределения загрязнителей атмосферного воздуха позволило выделить подрегион среднегорий (Хабезский, Усть-Джегутинский, Абазинский, Урупский и Малокарачаевский районы) как наиболее загрязненный. За все годы наблюдений количество выбросов только азота диоксида и углерода оксида здесь было в 2 раза больше, чем на территории предгорного подрегиона (г. Черкесск, Адыге-Хабльский, Прикубанский и Ногайский районы), и в 4 раза больше, чем на территории горно-высокогорного подрегиона (Карачаевский, Зеленчукский районы и г. Карачаевск).

Мониторинг качества воздушной среды с 2011 по 2020 гг. по преобладающим загрязняющим веществам (азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, взвешенные вещества, аммиак, фенол, формальдегид) с расчетом комплексного индекса загрязненности атмосферы (КИЗА) показал повышенный уровень в Усть-Джегутинском районе. В Зеленчукском районе зафиксирован повышенный уровень КИЗА в течение последних 3-х лет наблюдений. Во всех остальных районах республики КИЗА имел допустимый предел качества воздушной среды с тенденцией существенного повышения, приближаясь к границе нарушения баланса, когда природа не может больше безболезненно выдерживать, ее ассимиляционная способность к самоочищению исчерпывается.

4. Геомоделирование загрязнения воздушной среды и поверхностных вод стало основой в построении ГИС-моделей распространения загрязнителей в интегрированной природно-антропогенной среде. На основании имеющихся данных построены модели загрязнения воздушной и водной среды по комплексным показателям КИЗА и УКИЗВ в долинах основных рек региона – Кубани, Теберды, Большого Зеленчука. Максимумы загрязненности взаимодействующих сред приурочены к местам расположения основных

источников выбросов и сбросов в регионе. Это объекты промышленного производства, интенсивного сельского хозяйства и развивающаяся инфраструктура горнолыжных и туристских курортов. Далее в результате применения «взвешенного наложения» (инструмент ArcGIS) моделей загрязнения воздушной среды с моделями загрязнения водной среды получены модели, где весовые значения, отражающие степени загрязнений, в значительной степени совпали. Таким образом, установленная определенная взаимосвязь загрязнения воздушной и водной среды является более убедительным аргументом в принятии управленческих решений регулирования геоэкологической ситуации.

5. Анализ полученных данных загрязненности воздуха и нозологий заболеваемости населения из фондовых материалов позволил выявить корреляционную зависимость между ними. Взрослое население региона подвержено в основном заболеваниям системы кровообращения (28%), органов дыхания (24%), костно-мышечной системы (11%), органов зрения (8%); детское население – органов дыхания (71%), пищеварения (7%), зрения (7%), нервной системы (4%). У взрослого и детского населения региона болезни органов дыхания практически по всем районам республики коррелируют с загрязнением азота диоксидом, серы диоксидом, взвешенными веществами. При достаточно высокой корреляционной связи (r достигает значения 0,99) загрязнителей атмосферы с заболеваемостью населения отмечается увеличение загрязненности территорий республики от предгорий к горно-высокогорному подрегиону. Характер общей заболеваемости населения и отдельных классов болезней, коррелирующих с загрязнителями атмосферного воздуха, также повышаются по мере увеличения высотных уровней.

Распространение заболеваемости органов и систем у населения республики зависит от ряда причин, среди которых немаловажная роль принадлежит качеству питьевой воды.

Опыт мониторинга качества атмосферного воздуха в КЧР использован при установлении причинно-следственных связей массового усыхания темнохвойного леса в рекреационной зоне Тебердинского национального парка,

свидетельствующего о значительном повышении концентрации аэрозолей, вызывающих кислотные осадки. Кислотные дожди, подтверждаемые аномальными атмосферными явлениями (участвовавшие климатические инверсии, смог, изморозь, обволакивающие туманы) и физиологическими особенностями реакции ели восточной, а затем и пихты кавказской, послужили первопричиной катастрофического усыхания эндемичного темнохвойного леса.

Ослабленные и усыхающие деревья темнохвойных пород заселяются вторичными энтомофиторами, в частности короедом-топографом.

Подготовлена и предложена аналитическая информация для государственных органов и заинтересованных организаций в удобной, доступной для понимания научно-обоснованной форме, использование которой позволит формировать общественное мнение, принимать управленческие решения, контролировать природопользование и хозяйственную деятельность, осуществлять природоохранные мероприятия по защите атмосферного воздуха на территории республики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Абазалиев А.Т.* Курортные ресурсы Карачаево-Черкесии. Черкесск: Книжн. изд-во, 1973. 215 с.
2. *Аверьянов В.Н.* Методические основы гигиенической оценки состояния здоровья населения урбанизированных территорий в условиях страховой медицины: дис. д-ра мед. наук: 14.00.07. Оренбург, 2004. 289 с.
3. *Адджигирей Г.В.* и др. Геология Большого Кавказа. М.: Недра, 1976. 264 с.
4. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. М.: Лесная промышленность, 1971. 510 с.
5. *Артамонов В.И.* Растения и чистота природной среды. М.: Наука, 1986. 36 с.
6. Атмосферные примеси и здоровье населения – геоэкологический императив устойчивого развития горной Карачаево-Черкесии/ *Байчорова Э.М., Дега Н.С., Онищенко В.В. и др.*// Устойчивое развитие горных территорий, Владикавказ. 2018. Т.10. № 3 (37). С. 358-365. DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-3-358-365.
7. *Байчорова Э.М., Онищенко В.В.* Качество воздушной среды и здоровье населения Карачаево-Черкесской Республики//Геология, география и глобальная энергия.2023. № 2 (89).
8. *Байчорова Э.М., Онищенко В.В.* Медико-экологические вопросы техносферы Карачаево-Черкесии // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2014. №3 (28). С. 69 – 76.
9. *Байчорова Э.М.* Влияние выбросов загрязняющих веществ цементного завода на здоровье населения Карачаево-Черкесии // Вопросы образования и науки: теоретические и практические аспекты: материалы Международной научно-практической конференции ЧОУ ВО «Самарский институт – Высшая школа приватизации и предпринимательства», НИЦ «Поволжская научная корпорация». Самара: ООО «Офорт», 2017.С. 212-214.

10. *Байчорова Э.М.* Загрязнение атмосферного воздуха и здоровье населения в Карачаево-Черкесии // Научный журнал «Интернаука». М.: Изд. «Интернаука», 2017. – № 8(12). Часть 1. С. 57-59.
11. *Байчорова Э.М.* Качественно-количественная структура выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Карачаево-Черкесии. Инновации в науке // Сборник статей по материалам XLII Международной научно-практической конференции «Инновации в науке» №2 (39). Новосибирск: СибАК, 2015. С. 166-171.
12. *Байчорова Э.М.* Нормативно-правовое регулирование антропогенной нагрузки на окружающую среду в Карачаево-Черкесии. // Науки о Земле: вчера, сегодня, завтра: материалы международной научной конференции. Казань: Бук, 2015. С. 71- 77.
13. *Байчорова Э.М.* Онищенко В.В. Геоэкологические проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами в Карачаево-Черкесии // Научный поиск в современном мире: сборник материалов 7-й международной научно-практической конференции. Махачкала: ООО «Апробация», 2014. С. 74-77.
14. *Байчорова Э.М.* Организация системы сбора и использования вторсырья в Карачаево-Черкесской Республике // Эколого-географическая и этнокультурная комфортность родного края: материалы молодежной научной конференции. Карачаевск: КЧГУ, 2015. С. 13-15.
15. *Байчорова Э.М.* Особенности загрязнения атмосферного воздуха в Карачаево-Черкесской Республике // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2016. №3 (24). С. 82-84.
16. *Байчорова Э.М.* Особенности образования отходов в Карачаево-Черкесии. Новые информационные технологии в науке: Сборник статей по итогам Международной научно - практической конференции Сборник статей составлен по итогам Международной научно - практической конференции (Челябинск, 29 декабря 2017 г.) /в 5 ч. Ч.3. Стерлитамак: АМИ, 2017. С. 13-16.

17. *Байчорова Э.М.* Особенности сбора и переработки вторичного сырья как элемент управления отходами в Карачаево-Черкесской Республике // Наука сегодня: проблемы и пути решения: материалы международной научно-практической конференции. Вологда: ООО «Маркер», 2016. С. 94-95.
18. *Байчорова Э.М.* Оценка влияния выбросов загрязняющих веществ на здоровье населения Карачаево-Черкесии // Вопросы науки: Естественно-научные исследования и технический прогресс/ сборник статей по материалам III Международной научно-практической конференции. Воронеж: ООО «Вэлборн», 2015 С. 60-67.
19. *Байчорова Э.М.* Проблемы загрязнения воздуха и утилизации твердых отходов в Карачаево-Черкесской Республике. // Актуальные направления сбалансированного развития горных территорий в контексте междисциплинарного подхода: материалы I Международной научной конференции. Карачаевск: КЧГУ, 2019.С. 92-97.
20. *Байчорова Э.М., Онищенко В.В.* Особенности накопления и обращения с отходами в Карачаево-Черкесской Республике // Вестник Карачаево-Черкесского государственного университета им. У.Д. Алиева. Карачаевск: Изд. КЧГУ., 2014. № 36. С. 182 -186.
21. *Байчорова Э.М., Онищенко В.В.* Проблемы и условия обращения с ТБО в Карачаево-Черкесской Республике // Актуальные проблемы современной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа: РИЦ Баш ГУ, 2013. С 300-307.
22. *Безуглая Э.Ю., Ивлева Т.П.* Формальдегид в атмосфере городов // Вопросы охраны атмосферы от загрязнения. СПб.: Атмосфера, 2003. С. 73-81.
23. *Боев В.М., Воляник М.Н.* Антропогенное загрязнение окружающей среды и состояние здоровья населения Восточного Оренбуржья. Екатеринбург: УрО РАН, 1995.126 с.
24. *Бордовская Л.И.* О влиянии Главного Кавказского хребта на температурный режим свободной атмосферы // Тр. ЦАО. 1963. № 49. С. 84-94.

25. *Борисова И.В.* Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. 1972.Т4. С.5-94.
26. *Васильев П.П.* Безопасность жизнедеятельности. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 189 с.
27. Введение в химию окружающей среды/*Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., и др.* М.: Мир, 1999. 272 с.
28. *Вергейчик Т.Х.* Токсикологическая химия. М.: «МЕДпресс-информ», 2012. 400 с.
29. *Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р.* Технология защиты окружающей среды (теоретические основы): учебное пособие /Под ред. доктора технических наук, профессора, академика МАНЭБ и АТП РФ *А.Г.Ветошкина*. Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2004. 249 с.
30. Влияние кратковременных повышений загрязнений атмосферного воздуха на смертность населения / *Кацнельсон Б.А., Кошелева А.А., Привалова Л.И и др.* // Гигиена и санитария. 2000. №1. С. 15-16.
31. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров и врачей / Под ред. *Лазарева Н.В. и Левитиной Э.Н.* 7-е изд., т.1. Л.: Химия, 1976. 267 с.
32. Выгрузка из программного комплекса «Запросная система Единого Государственного Реестра ИП и ЮЛ 2008». Версия модуля 1.0.10.96, версия схемы данных – 4, версия сборки схемы данных – 10, версия сборки данных – 62, версия – однопользовательская, собственник – филиал ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» - ЦЛАТИ по КЧР. Черкесск, 2019. Массив данных Межрайонной инспекции Федеральной налоговой службы № 3 по Карачаево-Черкесской Республике.
33. *Габибова П.И.* Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха города Махачкалы// <https://cyberleninka.ru/> URL: cyberleninka.ru/article/n/otsenka-urovnnya-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-goroda-mahachkaly (дата обращения: 21.02.2021).

34. *Гальперин М.В.* Экология и основы природопользования. М.: Форум-Инфра-м, 2003. 256 с.
35. *Гвоздецкий Н.А.* Кавказ. Очерки природы. М.: Географгиз, 1963. 264 с.
36. *Гельмгольц Н.Ф.* Горно-долинная циркуляция северных склонов Тянь-Шаня. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 330 с.
37. Геоинформационный метод в практике региональных физико-географических исследований / *А.В. Погорелов и др.* Кисловодск: Северокавказское изд-во МИЛ, 2007. 199 с.
38. Гидрохимическая трансформация реки Большой Зеленчук Карачаево-Черкесской республики в условиях интенсивного рекреационного освоения/ *Дега Н.С., Онищенко В.В. Борлаков М.С. и др.*// VII Международная научно-практическая конференция: «Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени». Ежемесячный научный журнал, 2015. Часть 11. № 2 (7). С. 7-10.
39. *Глушкова Л.И.* Обеспечение эколого-гигиенического благополучия населения в условиях Крайнего севера: проблемы и решения / Л. И. Глушкова, В. Г. Маймулов, И. В. Корабельников. СПб.: ГМА им. И. И. Мечникова, 2002. 300 с.
40. *Голдовская Л.Х.* Химия окружающей среды. М.: Мир, 2005. 189 с.
41. *Горелик Д.О., Конопелько Л.А.* Мониторинг загрязнения атмосферы и источники выбросов. М.: Изд-во Стандартов, 1992. 433 с.
42. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов : дата введения 1987-01-01. Москва: Стандартинформ, 1986. 4 с.
43. ГОСТ Р 56165-2019 Качество атмосферного воздуха. Методы установления допустимых промышленных выбросов с учетом экологических нормативов : дата введения 2020-01-01. Москва: Стандартинформ, 2019. 11 с.
44. ГОСТ Р 59059-2020 Охрана окружающей среды. Контроль загрязнений атмосферного воздуха. Термины и определения : дата введения 2021-04-01. Москва.: Стандартинформ, 2020. 16 с.

45. Государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации (1999-2020) // Минприроды России : сайт. – URL: <https://ecology-gosdoklad.ru/> (дата обращения: 02.05.2022).
46. Государственные доклады о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Карачаево-Черкесской Республике (2012-2020) // Управление Роспотребнадзора по КЧР: сайт. –URL: <https://09.rospotrebnadzor.ru/document>(дата обращения: 15.11.2022).
47. Государственные доклады об экологической ситуации в Карачаево-Черкесской Республике (2011-2017) // Минприроды КЧР : сайт. – URL: <https://oosvr09.ru/otkrytye-dannye> // (дата обращения: 14.04.2022).
48. *Гречишкин Г.М.* Теберда, горная климатическая станция и дачная местность / Сост. врач Г.М. Гречишкин. ст. Лабинская : тип. Н.В. Ледович, 1912.152 с.
49. *Гроссгейм А.А.* Определитель растений Кавказа. М.: Сов. наука, 1949. 749 с.
50. *Грушко Я.М.* Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. Л.: Химия, 1987. 192 с.
51. *Гулисашвили В.З.* Горное лесоводство. М.: Гослесбумиздат, 1956.353 с.
52. *Давыдова С.Л., Тагасов В.И.* Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. М.: Изд-во РУДН, 2004. 163 с.
53. *Даутов Ф.Ф.* Заболеваемость населения на территориях риска// Окружающая среда и здоровье: тезисы доклада региональной научной конференции. Казань, 1996. С. 41.
54. *Дега Н.С., Онищенко В.В.* Опыт использования ГИС-технологий в исследовании экосистемного разнообразия ООПТ Северного Кавказа // Актуальные вопросы экологии и природопользования. Сб. мат. Межд. н-практической конференции. Ставрополь, 2005. С. 329-334.
55. *Дега Н.С., Онищенко В.В.* Моделирование социально-экологической структуры функционирования территории Карачаево-Черкесии с использованием ГИС-технологий // Вестник КЧГУ. Карачаевск, 2009. №26.С. 281 – 287.

56. *Дега Н.С., Онищенко В.В.* Моделирование климата с использованием ГИС-технологий в горных условиях, для решения геоэкологических задач // М-лы Межвузовской научно-практической конференции «Информационные технологии в учебном процессе». Карачаевск: КЧГУ, 2009. С. 79-85.
57. *Дега Н.С., Онищенко В.В., Узденов У.А.* Использование геоинформационных технологий в моделировании горных лесов Карачаево-Черкесии // Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сб. тр. VI Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2010. С. 92-94.
58. *Дега Н.С.* Динамика основных компонентов ландшафта Карачаево-Черкесии в условиях меняющегося климата и хозяйственной деятельности: дис. канд. геогр. наук: 25.00.23. Ростов-на-Дону, 2010. 165 с.
59. *Дега Н.С., Онищенко В.В., Тохчуков Ш.Ю.* Геоэкологический мониторинг в устойчивом развитии горных территорий Карачаево-Черкесии. Разд. Экологический мониторинг // В сб. Карачаево-Черкесская республика. Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы. Москва: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации / Центр экологической политики России, 2013. С. 48-52.
60. *Дега Н.С., Байрамукова Ф.С., Борлаков М.С.* Методологические основы гидрохимического мониторинга водного бассейна р. Кубани на территории Карачаево-Черкесской Республики // Международный научный журнал «Инновационная наука». Уфа: научно-издательский центр «АЭТЕРНА», 2015. Ч. 2., Вып. № 4. С. 169-172.
61. *Дега Н.С., Онищенко В.В., Байчорова Э.М.* Геоэкологические преобразования атмосферного воздуха в техногенной среде Карачаево-Черкесской Республики // Безопасность в техносфере. - 2017. - Т.6. № 6. – С. 12-19. DOI: 10.12737/article_5af016327197f1.99123383.
62. *Дементьев М.С.* Экологические последствия влияния глобального загрязнения атмосферы на химический состав поверхностных вод высокогорья Кавказа (на примере реки Большой Зеленчук) // Актуальные

- проблемы гидролитосферы (диагностика, прогноз, управление, оптимизация и автоматизация): 3-й Национальный научный форум "НАРЗАН-2015" : сборник докладов / отв. ред. Анатолий Валентинович Малков. Кисловодск : РИА-КМВ, 2015. С. 308-314.
63. *Денисов В.В.* Экология города: Учебное пособие. М.: ИКЦ "МарТ", Ростов н/Д: Издательский центр "МарТ", 2008. 832 с.
 64. *Джандубаева Т.З., Дега Н.С.* Особенности фенологии Тебердинского государственного заповедника // Региональные эколого-географические исследования и инновационные процессы в образовании. Материалы Всероссийской научно-практической конференции 17 марта 2006 г. ГОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург: 2006. С. 169-178.
 65. Динамика гидрохимической структуры реки Кубани в антропогенной зоне ледникового питания Карачаево-Черкесской республики/ *Дега Н.С., Онищенко В.В., Узденова Х.И. и др.* // Проблемы региональной экологии, 2015 № 3. С. 92 – 99.
 66. *Дмитриев В.В.* Экологическая оценка, оценка качества среды, экологическое нормирование. Основные определения / В кн. *Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т.* Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. СПб.: Наука, 2004. С. 10–29.
 67. *Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т.* Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. СПб.: Наука: РГГМУ, 2004. 294 с.
 68. *Добровольский В.В.* Основы биогеохимии: Учебное пособие для геогр., биол., геолог., с.-х. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1998. 413 с.
 69. *Докучаев В.В.* Избранные труды. Москва : Изд-во и 2-я тип. Изд-ва Акад. наук СССР, 1949. 520 с.
 70. *Думитрашко Н.В.* Региональная геоморфология Кавказа. Москва :Наука, 1979. 196 с.
 71. *Егоров И.М., Волкотруб Л.П.* Применение ГИС-технологий и космической съемки земной поверхности для выявления зон техногенного воздействия//

- Материалы 2-го междунар. Симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск. 2000. С. 39-40.
72. *Емельянова В.П., Лобченко Е.Е., Минина Л.И.* О развитии системы оценки загрязненности воды водотоков в трансграничных пунктах наблюдений // Материалы научной конференции с международным участием «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». Часть 2. - Ростов-на-Дону, 8-10 сентября 2015 г. Ростов-на-Дону, 2015. С. 222-226.
 73. *Ефремов Ю.В., Ильичев Ю.Г., Панов В.Д.* Орографические проблемы Большого Кавказа // Геоморфология гор и равнин: взаимосвязи и взаимодействие. Краснодар: Изд-во Кубанского ун-та, 2001. С.203—219.
 74. *Жукова М.Б.* Проблема загрязнения воздушного бассейна крупного города // Материалы 2-го междунар. Симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск: Изд-во СО РАН, 2000 .С. 123-124.
 75. *Захаров В.К.* Лесная таксация. Москва : Высш. школа, 1961.- 360 с.
 76. *Здоровье и окружающая среда. Пер. с англ. А.С. Долецкого. Предисл. Г. И. Сидоренко/Под ред. Дж. Ленихена. У. Флетчера.* М.: Мир, 1979. 232 с.
 77. *Иваненко Б.И.* Фенология древесных и кустарниковых пород. М.: Сельхозиздат, 1962. 184 с.
 78. *Иванченко Т.Е., Панов В.Д.* Распределение атмосферных осадков на Большом Кавказе // Сб. работ Ростовского ГМО Вып. 18. Л.: Гидрометеиздат, 1980. С. 125-132.
 79. *Израэль Ю.А.* Изменения климата и их последствия: реакция мирового сообщества // Проблемы гидрометеорологии и окружающей среды на пороге XXI века. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. С. 5–13.
 80. Иммунный статус и состояние интерфероновой системы у школьников, проживающих в городах с различной антропогенной нагрузкой/ *Скачкова М.А., Скачков М.В., Смолягин А.И. и др.*//Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2001. Том 131. №4. С. 442 - 444.

81. Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух АО «Кавказцемент». Усть-Джегута, 2015. – 1 CD-ROM.
82. *Казначеев В.П.* Экологические аспекты климатологии // Труды международного симпозиума ВМО (ВОЗ)ЮНЕП «Климат и здоровье человека» Т.2 . Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. С. 17-24.
83. *Кварацхелия И.Ф.* О влиянии Главного кавказского хребта на режим температуры свободной атмосферы над центральной частью Кавказа // Тр. Тбил. НИГМИ. 1959. № 5. С. 102-106.
84. *Квашин И.М.* Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация. М: АВОК-ПРЕСС, 2005. 392 с.
85. *Кебалова Л.А.* Экологическая оценка состояния атмосферного воздуха города Владикавказ // <https://cyberleninka.ru/> URL: cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-otsenka-sostoyaniya-atmosfernogo-vozduha-goroda-vladikavkaz (дата обращения: 06.05.2019).
86. *Керженцев А.С.* Функциональная экология. М.: Наука, 2006. 259 с.
87. *Кириллов С.Н., Половинкина Ю.С.* Комплексная геоэкологическая оценка территории города Волгограда// Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 3, Экон. Экол. - 2011. № 1 (18). С. 25-30.
88. Количественная и качественная оценка взаимосвязи заболеваемости младенцев с химическим загрязнением атмосферы в условиях Баку/*Агаев Ф.Б., Самедов И.Г., Кулиев А.С.* // Гигиена и санитария. 1993. №4. С. 76-80.
89. *Константинов В.М., Челидзе Ю.Б.* Экологические основы природопользования: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/В.М. Константинов, Ю.Б. Челидзе – 15-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 240 с.
90. *Кошкарев А.В.* Геоинформатика / *А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов.* М.: Картгеоиздат-Геодезиздат, 1993.213 с.
91. *Крохмаль А.Г.* Эколого-географические проблемы Карачаево-Черкесской Республики: дис. канд. геогр. наук: 11.00.11. Ростов-на-Дону, 1999. 209 с.

92. *Кутепов Е.Н.* Методические основы оценки состояния здоровья населения при воздействии факторов окружающей среды: автореф. дис. д-ра мед. наук: 14.00.07. М., 1995. 41 с.
93. *Лужников Е.А.* Медицинская токсикология. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 928 с.
94. *Лурье П.М.* Водные ресурсы и водный баланс Кавказа. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 506 с.
95. *Лурье П.М.* Водный режим и баланс рек Северного Кавказа в период изменения климата / Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа // Сб. научных трудов Ассоциации ООПТ Северного Кавказа и Юга России. Вып. 3. Ставрополь: Кавказский край, 2000. С. 70-76.
96. *Максимова Т.Г., Попова И.Н.* Эконометрика: учебно-методическое пособие / Т.Г. Максимова, И.Н. Попова. СПб.: Университет ИТМО, 2018. 70 с.
97. *Малышев А.А.* К вопросу о выделении климатических зон в условиях северного склона Западного Кавказа // Труды Тебердинского государственного заповедника. 1962. Вып.3. С. 215-224
98. *Мамин Р.Г.* Безопасность природопользования и охрана здоровья: Учебное пособие для студентов вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 300 с.
99. *Мамин Р.Г.* Урбанизация и охрана окружающей среды в Российской Федерации. В 2 ч. Ч. 2 .М.: Изд-во РЭФИА, 1995. 217 с.
100. Медицинская экология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / *А.А. Королев, М.В. Богданов, Ал.А. Королев и др.*: Под ред. А.А. Королева. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 192 с.
101. *Международно-правовые аспекты экологической безопасности / Бакаев А. А., Иванова Ю. А., Радченко Т. В. И др.*// Вестник Московского университета МВД России. 2022. № 2. С. 52–57. <https://doi.org/10.24412/2073-0454-2022-2-52-57>.

102. *Мильков Ф.Н.* Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж: Изд.-во Воронежского ун-та, 1986. 328 с.
103. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Основы общей экологии: Учебное пособие. М.: Университетская книга, 2005. 230 с.
104. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Экология России. М.: Устойчивый мир, 1999. 272 с.
105. *Михайлов Ю.В.* Горнопромышленная экология. М.: Академия, 2011. 336 с.
106. *Мовсесова В.В.* Геоэкологический мониторинг современного состояния атмосферного воздуха городов Ставропольского края: дис. канд. геогр. наук: 25.00.36. Ростов-на-Дону, 2004. 139 с.
107. Моделирование загрязнения атмосферного воздуха на территории Карачаево-Черкесии/ *Дега Н.С., Онищенко В.В., Байчорова Э.М.* и др.// Успехи современного естествознания. 2017. № 7. С. 64-70.
108. *Муравьев А.Г.* Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб. СПб.: «Крисмас+», 2009. 220 с.
109. *Небел Б.* Наука об окружающей среде: Как устроить мир; 2 т. Пер. с англ. М.: Мир. 1993. Т. 2. 336 с.
110. *Новиков Ю.В.* Экология, окружающая среда и человек. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2005. 736 с.
111. О принципах регламентирования антропогенной нагрузки на водные экосистемы / *Волков И.В., Заличева И.Н., Ганина В.С.* и др. // Водные ресурсы. - 1993. Т. 20. С. 707 – 713.
112. *Оганов Р.Г., Шальнова С.А., Калинина А.М.* Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний: руководство. М: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 216 с.
113. Озеленение как фактор улучшения экологической обстановки урбанизированных территорий (на примере города Саранска/ *Меркулова С.В., Кочуров Б.И., Меркулов П.И.* и др. //Экология.2018.№3.С. 13-18.

114. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт) / *Авалиани С.Л., Андрианова М.М., Печенникова Е.В., Пономарева О.В.* Москва: Консультационный центр по оценке риска, 1996. 159 с.
115. *Онищенко В.В.* К методике фенологического прогнозирования сезонного развития растений высокогорных районов. (Тебердинский заповедник) // Сб. научных трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР «Сезонная и разногодичная динамика растительного покрова в заповедниках РСФСР». М., 1983. С. 18.
116. *Онищенко В.В.* Зеленое покрывало Теберды. Леса // Заповедная Теберда. Ставрополь: Ставропольское книжное издательство, 1986. С. 50-55.
117. *Онищенко В.В., Дега Н.С., Айбазова А.П.* Деградация горных экосистем - существенная причина социальной разбалансированности Карачаево-Черкесии // Матер. всероссийской научной конференции. Современные геоэкологические проблемы горных регионов России. Карачаевск: Изд. КЧГУ, 2003. С. 150-153.
118. *Онищенко В.В., Салпагаров А.Д., Дега Н.С.* Влияние изменения климата на сезонную динамику дендрофлоры Тебердинского заповедника // Проблемы региональной экологии. 2006. № 1. С. 42-49.
119. *Онищенко В.В., Дега Н.С.* Биологическая продуктивность горных лесов Северного Кавказа и ее роль в формировании геосистемного разнообразия // М-лы Международной конф. «Горные экосистемы и их компоненты». Нальчик: Изд. КМК Москва, 2007. С. 21-25.
120. *Онищенко В.В., Дега Н.С.* Атлас фенологического развития дендрофлоры горных районов Карачаево-Черкесии. Ростов н/Д: Белта, 2009. 88 с.: ил.
121. *Онищенко В.В., Дега Н.С.* Устойчивое развитие Карачаево-Черкесии в условиях современной организации горных экосистем // Устойчивое развитие горных территорий. 2009. № 1. С. 49 - 54.
122. *Онищенко В.В.* Горное лесообразование. Особенности, геоэкологический анализ, методы. Монография. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Dudweiler Landstr. 99, 66123 Saarbrücken, 2011. 381 с.

123. *Онищенко В.В., Уртенкова З.Ю.* Геоэкологические аспекты устойчивого развития горных территорий (на примере Карачаево-Черкесской Республики) // Журн. Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 4 (22). С.77 – 81.
124. *Онищенко В.В., Дега Н.С., Байчорова Э.М.* Оценка техногенного влияния на гидрохимический режим реки Теберда в Карачаево-Черкесии // Безопасность в техносфере. М.: ИНФРА-М. V3. 1. 5., 2014. С. 3-10. DOI: 10.12737/6018.
125. *Онищенко В.В., Дега Н.С., Байчорова Э.М.* Эколого-географическая оценка воздушной среды Карачаево-Черкесской Республики // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ростов-на-Дону: ЮРИУ РАНХиГС, 2017. С. 844-854 (14-15.04.2017 г.).
126. *Онищенко В.В., Байчорова Э.М.* Влияние качества воздушной среды на хвойные леса Тебердинского заповедника // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 4. С. 69 – 78.
127. *Онищенко В.В., Дега Н.С., Бостанова Ф.Х.* Современное состояние горного климата Карачаево-Черкесской Республики // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. №1-1(28). С. -29-35.
128. *Онищенко В.В., Байчорова Э.М., Дега Н.С.* Мониторинг качества приземного воздушного пространства Карачаево-Черкесской Республики // Исследования изменений атмосферы, климата и динамики ландшафтов: Сборник Материалов V Кавказского Международного экологического форума. Грозный: издательство ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», 2021. С. 223-229.
129. *Онищенко В.В., Дега Н.С., Байчорова Э.М.* Геоэкологические аспекты качества воздушной среды Карачаево-Черкесской Республики // Молодежь - за чистую Волгу: сборник научных работ и экологических проектов Всероссийского молодежного научно-образовательного фестиваля

- (Чебоксары, 20 мая – 30 ноября 2021 года). Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2021. С. 241-249.
130. Опыт геомоделирования гидрохимической структуры поверхностных вод р. Кубани в Карачаево-Черкесской Республике/ *Дега Н.С., Онищенко В.В., Шидаков А.К. и др.* // Мониторинг. Наука и технологии. Махачкала, 2015. № 2(27). С. 55-59.
 131. Орография, оледенение, климат Большого Кавказа: опыт комплексной характеристики и взаимосвязей/ *Ефремов Ю.В., Панов, В.Д., Лурье П.М., и др.* Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2007. 338 с.
 132. *Османов О.Р., Шахриев А.Р., Абдурагимова Г.А.* Влияние атмосферного воздуха на здоровье детей и подростков, проживающих в разных районах и городах Республики Дагестан // <https://elibrary.ru/> URL: www.elibrary.ru/item.asp?id=27489540 (дата обращения: 12.03.2020).
 133. Основы геоинформатики: В 2 кн.: учебное пособие для студентов вузов / *В.С. Тикунов и др.; Под общ. ред. В.С. Тикунова.* М.: Издательский центр «Академия», 2004. Кн. 2. 480 с.
 134. Отчеты № 2-ТП (воздух) за 2009-2020 гг. АО «Газпром газораспределение Черкесск». - Черкесск, 2020. - 1 CD-ROM.
 135. Отчеты № 2-ТП (воздух) за 2009-2020 гг. АО «Кавказцемент». – Усть-Джегута, 2020. - 1 CD-ROM.
 136. Отчеты № 2-ТП (воздух) предприятий КЧР за 2009-2020 гг.- Черкесск, 2020. - 1 CD-ROM.
 137. Оценка влияния химического и радиационного факторов на здоровье населения промышленного города/ *Коньшина Л.Г., Ползик Е.В., Кузьмин Ю.Ф., и др.* // Гигиена и санитария. 1999. №2. С. - 37-40.
 138. Оценка иммунного статуса у детей сельских населенных пунктов и содержание микроэлементов в объектах окружающей среды/ *Михайлова И.В., Смолягин А.И., Попова Е.В. и др.* // Гигиена и санитария. 2002. №5. С. 59 - 60.

139. *Панов В.Д.* Климатические условия и экологическое состояние горной зоны Карачаево-Черкесской республики // в сб. Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. Вып. 3. Ставрополь: Изд. Кавказский край, 2000. С. 53-69.
140. *Переломов Л.В., Переломова И.В., Венёвцева Ю.Л.* Основы медицинской экологии: Учебное пособие для студентов медицинских высших учебных заведений. Тула, 2007. 176 с.
141. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Спб: ОАО ИПП «Искусство России», Изд. 10-е., 2015. 491 с.
142. *Пинигин М.А.* Задачи гигиены атмосферного воздуха и пути их решения на ближайшую перспективу // Гигиена и санитария. 2000. №1. С. 3-5.
143. *Полонский В.М.* Охрана воздушного бассейна. М.: АСБ, 2006. 152 с.
144. *Полтараус Б.В.* Климат Домбая. М.: Изд. МГУ. 1972. 110 с.
145. *Полтараус Б.В.* Фены Западного Кавказа // Метеорология и гидрология, 1972 № 7. С. 57-65.
146. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» от 01.03.2021 // Официальный интернет-портал правовой информации.
147. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.05.2003 N 114 (ред. от 30.08.2016) «О введении в действие ГН 2.1.6.1338-03» (вместе с "ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы» от 21.05.2003 // Официальный интернет-портал правовой информации.
148. *Постникова С. С., Зубкова С.С.* Оценка рационального использования ресурсов: учебное пособие / С. С. Постникова, С. С. Зубова; Уральский

- государственный лесотехнический университет. Екатеринбург: УГЛТУ, 2022. 96 с.
149. *Потапенко Ю.Я.* Геология Карачаево-Черкесии: Учебное пособие. Карачаевск, 2004. 154 с.
 150. Приказ № 20 от 18 января 2010 г. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Официальный интернет-портал правовой информации.
 151. *Протасов В.Ф.* Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. М.: Финансы и статистика, 2000. 672 с.
 152. *Протасов В.Ф., Молчанов А.В.* Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995. 528 с.
 153. Протокол количественного химического анализа проб хвои (Тебердинский национальный парк). Ставрополь, 2018. – 1 CD-ROM.
 154. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы: дата введения 1991-07-01. Москва: Изд-во стандартов, 1989. 532 с.
 155. РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию: дата введения 2006-02-01. Москва : Метеоагентство Росгидромета, 2005. – 60 с.
 156. РД 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: дата введения 2004-01-01. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2002. 55 с.
 157. *Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И.* Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека. Пособие по региональной экологической политике. М.: Акрополь, ЦЭПР, 2004. 268 с.
 158. *Резчиков Е.А.* Экология: Учебное пособие 3-е изд. испр. и доп. М.: МГИУ, 2004. 104 с.

159. *Реймерс Н.Ф.* Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия молодая, 1994. 367 с.
160. *Рейнгард А.Л.* Геоморфология // Геология СССР. Т. 9. Северный Кавказ. Ч. 1. Геологическое описание. М., Л.: Госгеолиздат, 1947. С. 491-502.
161. *Рудский В.В.* Природопользование в горных странах (На примере Алтая и Саян). Новосибирск: Наука, 2000. 207 с.
162. *Сабирова З.Ф.* Влияние загрязнения атмосферного воздуха в регионах нефтепереработки, нефтехимии, химии на смертность населения// Гигиена и санитария. 1999. №5.С. 15-16.
163. *Санникова А.Б.* Тяжелые металлы в почвах и растениях геохимических ландшафтов Северно-Западного Кавказа: автореф. дис. канд. геогр. наук: 25.00.23. Спб, 2005. 16 с.
164. *Сафронов И.Н.* Геоморфологическая карта Северного Кавказа. Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 1969. 218 с.
165. *Светлосанов В.А.* Устойчивость природных систем к природным и антропогенным воздействиям. Москва: 11-й Формат, 2009. 100 с.
166. *Сидоренко Г.И., Кутенов Е.Н.* К методологии диагностики распространенности преморбидных состояний среди населения // Гигиена и санитария. 1994. №1. С. 7-19.
167. *Сидоренко Г.И., Кутенов Е.Н.* Методология изучения состояния здоровья населения// Гигиена и санитария. 1998. №4. С. 35-39.
168. *Скибенко В.В., Вихрова О.Е.* Регламентация загрязняющих веществ в биосфере. М.: Инфермэлектро, 2013. 48 с.
169. *Смирнов Н.П.* Геоэкология. Учебное пособие. СПб: изд. РГГМУ, 2006 . 307 с.
170. *Солнцев Н.А.* Основные проблемы советского ландшафтоведения // Изв. Всесоюз. географ. об-ва. М., 1962. Т.94. Вып. 1. С. 13-44.
171. *Соломащенко Н.И.* Факторы окружающей среды и здоровье населения Карачаево-Черкесской Республики: дис. канд. мед. наук: 14.00.07. Казань, 2003. - 243 с.

172. Статистика: Корреляционно-регрессионный анализ статистических связей на персональном компьютере: Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности «Менеджмент» / Калинингр. ун-т; Сост. *Н.Ю. Лукьянова*. Калининград, 1999. 35 с.
173. Статистические ежегодники «Карачаево-Черкесская Республика» (2010-2020)// Управление Федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу : сайт. – URL: https://26.rosstat.gov.ru/compendium_kchr(дата обращения: 02.05.2022).
174. *Степановских А.С.* Охрана окружающей среды : Учеб. для студентов вузов по экол. специальностям / Авт.-сост. *А. С. Степановских*. Москва : ЮНИТИ, 2000. 558 с.
175. *Степановских А.С.* Экология. Учебник для вузов. М: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 703 с.
176. *Темникова Н.С.* Некоторые характеристики климата Северного Кавказа и прилежащих степей. Л.: Гидрометеиздат, 1964. 176 с.
177. *Тумаджанов И.И.* Опыт дробного геоботанического районирования северного склона Большого Кавказа (на примере Карачая). Тбилиси: Изд-во Акад. наук Груз. ССР, 1963. 241 с.
178. *Тушинский Г.К.* Ледники, снежники, лавины. М.: Географгиз, 1963. 312 с.
179. Факторы риска заболеваний детей первого года жизни в крупном промышленном городе/ *Сливина Л.П., Попов С.В., Воронкова О.А. и др.* // Актуальные проблемы гигиены: труды научной конференции. Спб, 1994. С. 67 – 69.
180. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 г. №96-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1999. №18. Ст. 2222.
181. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. №7-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2002. №2. Ст. 133.

182. Хаустов А. П. Экологический мониторинг: учебник для вузов / А. П. Хаустов, М. М. Редина. – 2-е изд., испр. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2022. 543 с.
183. Хребты Большого Кавказа и их влияние на климат/ Ефремов Ю.В., Ильичев Ю.Г., Панов В.Д. и др. Краснодар: Просвещение-Юг, 2001. 145 с.
184. Хрусталеv Ю.П., Салпагаров Д.С. Онищенко В.В. Геоэкологические особенности развития лесной растительности Северо-Западного Кавказа (на примере Тебердинского заповедника). Ростов-на-Дону : Изд. РГУ., 2002. 232 с.
185. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. / В.Я.Цветков М.: Финансы и статистика, 1998. 288 с.
186. Ципилева Т.А. Геоинформационные системы: Учебное пособие.Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004.162 с.
187. Цугаева Х.С., Сатыева Л.Л. Некоторые подходы к оценке состояния атмосферного воздуха Чеченской Республики // Молодой ученый. 2016. № 18 (122). С. 166-170. — URL: <https://moluch.ru/archive/122/33790/> (дата обращения: 26.05.2022).
188. Цыплакова Е.Г. Приборы и методы контроля и мониторинга воздействия автотранспорта на окружающую среду северных городов: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.11.13. Спб., 2014. 42 с.
189. Экологическая и социальная взаимообусловленность в ландшафтных и общественных преобразованиях горных территорий Карачаево-Черкесии/ Онищенко В.В., Дега Н.С., Усова Г.В. и др. // Вестник КЧГУ.2008. №23. С. 240 – 256.
190. Экология. Природа – человек – Техника. /Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. М.: Юнити – Дана, 2001. 343 с.
191. Экология. Особи, популяции и сообщества. Том 2. / Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. М.: Мир, 1989. 477 с.
192. Эколого-экономические проблемы России и ее регионов: Учеб. пособие для студентов эконом. вузов : Учеб. пособие для студентов, обучающихся по

- эконом. специальностям / Под общ. ред. В.Г. Глушковой, А.Т. Шевченко. Москва : Моск. Лицей, 2002. 286 с.
193. *Dega N., Onishchenko V., Baychorova E.* Ekologo-geografichesky monitoring of the upper segment of the Kuban River // Proceedings of the 4th European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014. P. 138-145.
 194. *Geburek Th., Scholz F.* Versuche mit Walbaumpopulationen von Fichte und Birke zur Viabilitätsselektion // GKSS. № 1988. № E55. S. 383-387.
 195. Geostatistical Analyst Руководство пользователя. ESRI, М.: DATA+, 2001. 285 с.
 196. *Gilmour K.C., Reich N.C.* // Gene Expression. 1995. V. 5. P. 1-18.
 197. Measurement of emissions from air pollution sources. 5. C1–C32 organic compounds from gasoline-powered motor vehicles/ J.J. Schauer [et al.] // Environ Sci Technol. 2002. Vol. 36. P.1169-1180.
 198. Meeting report: atmospheric pollution and human reproduction / R. Slama [et al.] // Environ Health Perspect. 2008. Vol.116. P.791-798.
 199. National Research Council, Committee on Research Priorities for Airborne Particulate Matter: Research priorities for airborne particulate matter, IV: continuing research progress. Washington, DC National Academy Press, 2004.
 200. Near-roadway pollution and childhood asthma: implications for developing “win-win” compact urban development and clean vehicle strategies /
 201. *Oberdorster G.* Pulmonary effects of inhaled ultrafine particles / *G. Oberdorster* // International Archives of Occupational and Environmental Health.2001. Vol. 65. P. 1531-1543.
 202. *Ong P.* Policy and programmatic importance of spatial alignment of data sources / *P. Ong, M. Graham, D. Houston* // Am J Public Health. 2006. Vol. 96. P. 499-504.
 203. *Onishchenko V.V., Dega N.S., Baichorova E.M.* Geoecological Assessment and Quality Protection of Natural-Anthropogenic Geosystems in Karachay-Cherkessia

/ Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST).2019. Volume 1. P. 90-96. DOI: <https://doi.org/10.2991/isees-19.2019.19>.

204. Particulate air pollution and fetal health: a systematic review of the epidemiologic evidence / S.V. Glinianaia [et al.] // Epidemiology. 2004. Vol. 15. P. 36-45.
205. Particulate air pollution and mortality in six US cities / C.A. Pope 3rd [et al.]. *Am. J. Respir Crit. Care Med.* 1995. Vol.151. P.669-674.
206. Personal exposure to ultrafine particulates and oxidative DNA damage / P.S. Vinzents [et al.] // Environmental Health Perspectives.2005. Vol. 113. P.1485-1490.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха КЧР за период с 2011 по 2017 гг.

Наименование административного района	Показатели воздуха	Наименование вещества (класс опасности)						
		Азота диоксид (3 класс)	Аммиак (4 класс)	Взвешенные вещества (3 класс)	Углерода оксид (4 класс)	Серы диоксид (3 класс)	Фенол (2 класс)	Формаль- -дегид (2 класс)
г. Карачаевск и Карачаевский район	Средне годовое	0,009	0,029	0,098	0,590	0,007	<0,004	<0,010
	Максимально разовое	0,02	0,07	0,18	1,04	0,04	<0,004	0,01
Усть-Джегутинский район	Средне годовое	0,024	0,043	0,116	0,890	0,044	<0,004	0,013
	Максимально разовое	0,02	0,07	0,14	1,55	0,04	<0,004	0,01
Зеленчукский район	Средне годовое	0,006	0,036	0,110	0,691	0	<0,004	<0,010
	Максимально разовое	0,02	0,07	0,18	1,11	0	<0,004	0,01
г. Черкесск и Прикубанский район,	Средне годовое	0,006	0,047	0,121	0,646	0,002	<0,004	<0,010
	Максимально разовое	0,02	0,06	0,12	0,81	0,01	<0,004	0,01
Хабезский и Абазинский районы	Средне годовое	0,007	0,030	0,110	0,778	0	<0,004	<0,010
	Максимально разовое	0,02	0,05	0,16	1,35	0	<0,004	0,01
Адыге-Хабльский и Ногайский районы	Средне годовое	0,006	0,037	0,135	0,715	0,008	<0,004	<0,010
	Максимально разовое	0,02	0,06	0,23	1,15	0,11	<0,004	0,01
Урупский район	Средне годовое	0,009	0,027	0,110	0,515	0	<0,004	<0,010
	Максимально разовое	0,02	0,06	0,14	0,83	0	<0,004	0,01
Малокарачаевский район	Средне годовое	0,007	0,028	0,089	0,722	0,008	<0,004	0,011
	Максимально разовое	0,02	0,06	0,13	1,03	0,04	<0,004	0,02
*ПДК _{МР} / *ПДК _{СС}		0,2/0,04	0,2/0,04	0,5/0,15	5/3	0,5/0,05	0,01/0,003	0,05/0,01

*- Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»

Таблица 2. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха КЧР за период с 2018 по 2020 гг.

Наименование административного района	Показатели воздуха	Наименование вещества (класс опасности)			
		Азота диоксид (3 класс)	Серы диоксид (3 класс)	Углерода оксид (4 класс)	Взвешенные вещества (3 класс)
Карачаевск	Средне годовое	0,048	0,080	0,041	0,178
	Максимально разовое	0,053	0,200	0,046	0,198
Карачаевский район	Средне годовое	0,052	0,080	0,054	0,135
	Максимально разовое	0,058	0,200	0,060	0,150
Усть-Джегутинский район	Средне годовое	0,092	0,144	0,113	0,185
	Максимально разовое	0,102	0,360	0,125	0,206
Зеленчукский район	Средне годовое	0,080	0,140	0,122	0,222
	Максимально разовое	0,089	0,350	0,135	0,247
Черкесск	Средне годовое	0,014	0,067	0,075	0,215
	Максимально разовое	0,015	0,167	0,083	0,238
Прикубанский район	Средне годовое	0,047	0,120	0,101	0,203
	Максимально разовое	0,052	0,300	0,113	0,225
Хабезский район	Средне годовое	0,046	0,067	0,042	0,171
	Максимально разовое	0,051	0,167	0,047	0,190
Абазинский район	Средне годовое	0,036	0,080	0,225	0,225
	Максимально разовое	0,040	0,200	0,250	0,250
Адыге-Хабльский район	Средне годовое	0,015	0,140	0,072	0,135
	Максимально разовое	0,017	0,350	0,080	0,150
Ногайский район	Средне годовое	0,020	0,107	0,105	0,135
	Максимально разовое	0,022	0,267	0,117	0,150
Урупский район	Средне годовое	0,034	0,127	0,059	0,141
	Максимально разовое	0,038	0,317	0,065	0,157
Малокарачаевский район	Средне годовое	0,032	0,080	0,063	0,135
	Максимально разовое	0,035	0,200	0,070	0,150
*ПДК _{МР} / *ПДК _{СС}		0,2/0,04	0,5/0,05	5/3	0,5/0,15

*- Гигиенические нормативы СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1. Исходные экспериментальные данные в пунктах наблюдений
воздушного бассейна на территории КЧР

N п/п	Место отбора проб	Район	КИЗА
1	с. Архыз. "Лунная поляна"(1 точка)	Зеленчукский	7,3
2	пос. Нижний Архыз. "Лик Христа"(1 точка)	Зеленчукский	3,3
3	ст. Зеленчукская, район асфальтового завода Зеленукского ДРСУ(1 точка)	Зеленчукский	8,8
4	ст. Кардоникская, район асфальтового завода ДЭП-162 (слева от трассы по направлению на Зеленчукскую) (1 точка)	Зеленчукский	6,1
5	Рудник. Урупский ГОК (1 точка)	Урупский	6,2
6	Старый карьер. Урупский ГОК(1 точка)	Урупский	3,9
7	Хвостохранилище II очереди. Урупский ГОК(1 точка)	Урупский	7,4
8	Роща. Агрокомбинат "Южный"(1 точка)	Усть-Джегутинский	7,0
9	а. Сары-Тюз (за кругом под мостом) (1 точка)	Усть-Джегутинский	4,4
10	Район Усть-Джегутинского гипсового завода (1 точка)	Усть-Джегутинский	9,0
11	Свалка. Х. Красивый(1 точка)	Прикубанский	4,5
12	п. Октябрьский(1 точка)	Прикубанский	4,2
13	п. Кавказский (1 точка)	Прикубанский	4,3
14	п. Эркен-Халк(1 точка)	Ногайский	3,2
15	п.Эркен-Шахар(1 точка)	Ногайский	4,8
16	с. Садовое(1 точка)	А-Хабльский	4,5
17	а. Адыге-Хабль(3 точки)	А-Хабльский	3,8
18	п. Ураковский (3 точки)	Ногайский	2,8
19	Ущелье Махар(3 точки)	Карачаевский	3,5
20	а. Учкулан(3 точки)	Карачаевский	4,2
21	п. Эльбрусский(3 точки)	Карачаевский	3,9
22	а. Джага(3 точки)	Малокарачаевский	3,3
23	район "Адиюх- Пэлас"(3 точки)	Хабезский	3,0
24	а. Али-Бердуковский (район гипсового завода) (3 точки)	Хабезский	4,9
25	Выше дачи Косыгина, по дороге на Алибек (3 точки)	Карачаевск	4,8
26	Центр поселка(3 точки)	Карачаевск	3,9
27	Район озера «Каракель» (3 точки)	Карачаевск	4,1
28	Ущелье "Муху"(3 точки)	Карачаевск	1,9
29	Возле центрального рынка(3 точки)	Карачаевск	5,3
30	Зеленый остров(3 точки)	Черкесск	1,8
31	Район бывшего кинотеатра "Комсомолец"(3 точки)	Черкесск	4,5
32	ул. Ленина (район Росприроднадзора) (3 точки)	Черкесск	4,4

33	ул. Ленина (район Троллейбусного управления) (3 точки)	Черкесск	4,2
34	а. Псыж (возле моста) (3 точки)	Абазинский	4,1
35	ул. Октябрьская (район республиканской больницы) (3 точки)	Черкесск	3,0
36	ул. Демиденко (район ЧГ МУП САХ, гаражи) (3 точки)	Черкесск	0,9
37	Район АО "Кавказцемент" (точка 1) (3 точки)	Усть-Джегутинский	6,0
38	Район АО "Кавказцемент" (точка 2) (3 точки)	Усть-Джегутинский	6,4
39	Район АО "Кавказцемент" (точка 3) (3 точки)	Усть-Джегутинский	5,6
40	Район АО "Кавказцемент" (точка 4) (3 точки)	Усть-Джегутинский	6,7
41	Район АО "Кавказцемент" (точка 5) (3 точки)	Усть-Джегутинский	5,7
42	Полигон ТКО Пригородное(3 точки)	Прикубанский	6,8
43	Полигон ТКО Чистый город(3 точки)	Усть-Джегутинский	7,2
44	Полигон ТКО Усть-Джегутинский(3 точки)	Усть-Джегутинский	6,6
45	а. Бесленей(3 точки)	Хабезский	3,1
46	Курджиново, выезд(3 точки)	Урупский	2,5
47	Псемен(3 точки)	Урупский	3,4
48	п. Азиатский (3 точки)	Урупский	2,6

Таблица 2. Исходные экспериментальные данные в пунктах наблюдений
поверхностных вод на территории КЧР

№ п/п	Название створов	УКИЗВ
<i>р. Кубань</i>		
1	створ 1 (выше а. Хурзук)	1,6
2	створ 2 (а. Учкулан)	1,5
3	створ 3 (выше Эльбрусского рудника)	1,1
4	створ 4 (ниже Эльбрусского рудника)	1,7
5	створ 5 (выше г. Карачаевска)	1,6
6	створ 6 (г. Карачаевск)	2,1
7	створ 7 (п. Коста Хетагурова)	1,7
8	створ 8 (г. Усть-Джегута (Главное водохранилище))	1,8
9	створ 9 (выше г. Черкесска)	1,5
10	створ 10 (ниже г. Черкесска)	2,1
11	створ 11 (ст. Беломечетская)	2,3
<i>р. Большой Зеленчук</i>		
1	створ 1 (ниже с. Архыз)	1,33

2	створ 2 (створ 2 (ниже п. Нижний Архыз)	2,33
3	створ 3 (ниже ст. Зеленчукской)	2,21
4	створ 4 (выше п. Киево – Жураковский)	1,93
5	створ 5 (р. Архыз, выше с. Архыз)	1,0
6	створ 6 (выше ст. Исправной	1,87
<i>р. Теберда</i>		
1	створ 1 (р. Аманауз, ниже п. Домбай)	2,14
2	створ 2 (выше г. Теберды)	1,4
3	створ 3 (ниже г. Теберды)	1,7
4	створ 4 (ниже экскурсионно-бытового комплекса «Дубки»)	2,3
5	створ 5 (г. Карачаевск, устье р. Теберды)	1,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 3. Распространение и динамика заболеваемости в КЧР за период с 2012 по 2020 гг., чел. на 1000 жителей

Годы	г. Черкесск		г. Карачаевск		Прикубанский район		Усть-Джегутинский район		Карачаевский район		Малокарачаевский район		Зеленчукский район		Урупский район		Хабезский район		Адыг-Хабльский район		Ногайский район		Абазинский район	
	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел
Болезни органов дыхания																								
2020	212	221	165	251	779	458	448	233	108	164	103	246	298	271	120	138	171	207	257	103	165	53	245	184
2019	326	135	151	315	684	576	112	168	99	206	145	177	254	345	129	150	180	179	212	214	156	39	353	260
2018	284	146	89	261	260	152	108	183	87	277	114	280	229	108	124	142	122	187	140	92	155	199	364	231
2017	308	139	146	281	271	239	95	173	135	218	106	178	227	105	145	172	157	127	156	105	157	42	238	180
2016	293	141	132	330	248	293	95	135	104	212	160	4	209	109	143	136	161	124	211	107	123	46	268	104
2015	258	112	169	322	247	287	78	85	71	129	138	143	257	120	138	122	152	83	180	100	119	42	234	151
2014	202	91	126	233	165	53	80	46	72	97	144	19	245	111	171	102	150	104	75	74	117	33	102	80
2013	179	84	127	346	141	60	81	62	87	147	209	184	179	100	136	107	191	104	72	77	120	35	66	66
2012	216	77	105	214	151	59	65	131	79	149	185	159	151	69	125	92	210	99	507	69	92	35	657	65
Болезни органов пищеварения																								
2020	21	54	8	97	25	159	3	122	3	39	6	27	9	29	24	63	8	89	13	34			22	40
2019	28	80	4	79	28	139	32	134	2	32	7	32	9	29	25	58	10	51	22	39	36	19	20	122
2018	52	79	4	77	43	230	52	35	4	70	9	37	10	18	39	59	14	55	3	30	60	19	49	179
2017	29	87	5	79	45	300	2	56	3	83	7	33	7	10	18	48	7	48	3	30	30	19	6	56
2016	28	81	20	112	40	31	2	38	3	56	7	0	19	55	20	50	7	41	10	30	28	20	11	76
2015	46	64	20	79	36	34	2	32	2	25	8	53	12	55	19	59	9	41	27	30	27	19	11	78
2014	45	42	24	103	5	14	0	22	4	23	17	61	10	28	10	42	8	35	20	23	29	21	6	26
2013	94	341	26	64	19	19	5	24	3	16	19	74	7	23	10	41	7	46	13	23	28	23	3	17
2012	40	45	20	93	11	19	5	35	3	14	18	78	7	27	7	40	6	39	12	19	6	17	4	14
Болезни эндокринной системы																								
2020	9	125	9	52	5	58	2	35	0	1	7	37	11	72	1	42	5	40	4	45	6	47	12	48
2019	14	126	9	48	4	264	5	48	0	1	7	36	11	65	1	48	5	44	5	46	9	45	11	48
2018	14	117	9	24	4	68	3	48	0	0	7	39	10	63	1	48	3	47	2	44	8	43	11	46
2017	14	107	9	37	6	70	6	41	0	0	7	41	8	58	1	48	4	52	4	51	8	39	11	42
2016	14	94	7	34	5	53	2	39	0	0	7	0	6	53	2	49	4	56	7	48	7	38	11	43
2015	17	82	7	34	5	49	2	38	0	0	8	37	6	52	1	43	3	49	5	33	7	36	10	36
2014	14	74	6	30	3	51	3	39	0	0	10	35	8	44	2	44	3	48	7	33	7	35	9	34
2013	11	63	7	37	4	49	3	32	0	0	11	33	11	41	1	39	2	45	9	35	8	32	13	30
2012	11	65	7	35	3	59	2	29	0	0	12	32	9	34	8	38	3	42	5	37	6	31	11	26

Продолжение Таблицы 3

Годы	г. Черкесск		г. Карачаевск		Прикубанский район		Усть-Джегутинский район		Карачаевский район		Малокарачаевский район		Зеленчукский район		Урупский район		Хабезский район		Адыгехабльский район		Ногайский район		Абазинский район	
	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел
Болезни нервной системы																								
2020	28	32	9	76	17	52	8	123	2	16	4	5	6	37	5	36	6	9	18	31	14	10	2	41
2019	35	63	9	59	14	63	15	159	2	13	3	6	11	58	5	33	9	9	31	49	14	12	17	65
2018	36	68	4	49	13	61	8	134	4	32	4	7	8	36	4	32	6	8	19	27	14	12	26	105
2017	33	60	5	62	14	66	15	146	4	39	3	8	5	36	5	30	6	8	21	27	15	11	3	96
2016	36	52	7	90	14	65	12	142	2	10	4	0	6	29	5	30	6	5	29	27	22	8	16	77
2015	37	45	6	74	13	66	15	103	0	10	5	8	5	39	3	30	7	7	23	27	21	3	3	42
2014	28	35	5	171	9	1	7	4	2	25	5	9	6	10	5	25	5	6	25	8	20	16	2	31
2013	27	35	6	185	16	1	7	13	1	6	5	8	5	8	2	23	3	8	19	44	21	18	3	50
2012	24	34	4	118	5	1	7	10	0	6	27	60	5	14	3	20	5	10	11	48	19	17	4	41
Болезни органов зрения																								
2020	20	97	19	173	22	81	19	47	4	37	16	31	16	32	10	26	19	33	26	115	18	32	6	26
2019	25	143	22	48	21	90	24	59	5	10	21	37	18	40	11	33	20	33	28	127	18	33	15	86
2018	21	126	27	44	21	97	22	62	19	32	21	47	14	26	8	27	11	29	10	47	17	28	14	88
2017	22	143	28	110	21	103	15	42	30	114	21	51	11	10	8	31	21	28	10	50	17	28	10	87
2016	17	147	58	231	29	87	17	51	5	5	18	0	9	18	10	33	19	27	24	57	18	27	18	76
2015	18	117	65	280	26	87	38	77	0	0	17	51	13	35	11	32	17	27	28	54	15	28	16	81
2014	19	101	57	236	8	9	28	184	14	37	21	37	7	24	11	27	15	37	12	41	15	28	23	31
2013	13	104	50	234	13	12	8	13	5	25	21	47	10	28	11	30	15	36	12	35	13	30	7	57
2012	13	114	41	170	8	5	7	12	1	0	20	50	16	29	7	30	14	30	13	39	9	20	11	59
Болезни системы кровообращения																								
2020	6	273	3	317	3	221	0	226	1	128	0	175	2	102	1	158	2	155	3	199	7	71	0	150
2019	8	338	3	284	3	262	1	398	1	115	0	186	2	102	1	150	2	155	5	206	12	69	0	238
2018	8	320	1	233	3	250	1	284	1	226	1	187	2	78	1	137	2	152	5	220	13	82	0	292
2017	7	327	2	263	4	339	0	289	2	280	0	184	3	75	1	152	3	155	7	158	16	85	2	256
2016	7	299	1	176	9	490	0	295	0	107	1	0	2	86	0	180	3	156	13	164	19	87	1	216
2015	7	254	1	232	9	452	1	153	0	90	1	155	3	93	9	165	3	13	11	156	16	60	0	219
2014	4	204	5	1106	12	9	0	78	0	101	2	158	5	148	0	112	2	137	22	89	17	65	0	116
2013	4	189	5	312	20	129	1	113	0	81	3	165	4	154	0	109	3	159	12	90	7	71	0	168
2012	4	184	4	168	17	116	1	98	0	81	2	151	3	130	0	101	2	156	9	91	6	68	0	166

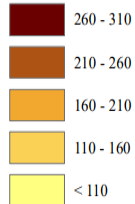
Продолжение Таблицы 3

Годы	г. Черкесск		г. Карачаевск		Прикубанский район		Усть-Джегутинский район		Карачаевский район		Малокарачаевский район		Зеленчукский район		Урупский район		Хабезский район		Адыгехабльский район		Ногайский район		Абазинский район	
	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел	дети, чел	взрослые, чел
Болезни кожи																								
2020	22	32	8	55	15	69	14	23	3	22	1	2	20	18	6	27	7	14	6	14	5	13	14	14
2019	28	45	8	66	13	58	18	25	3	27	3	5	15	17	6	27	6	15	14	22	4	9	12	46
2018	41	54	15	44	13	28	7	16	14	35	3	7	10	15	6	15	7	16	2	9	6	9	10	41
2017	34	38	16	47	18	56	7	22	14	36	4	7	17	15	11	38	10	16	2	9	6	9	5	31
2016	31	35	31	79	24	39	6	8	4	6	6	0	21	14	9	42	10	14	7	10	5	8	11	29
2015	28	33	25	84	24	77	10	23	2	6	6	11	29	26	7	38	11	21	3	10	2	10	14	31
2014	45	33	22	79	3	8	5	20	2	7	10	13	9	14	6	21	9	19	4	9	1	3	13	52
2013	43	31	20	79	9	7	7	8	3	10	7	12	8	16	6	21	8	21	4	14	2	5	4	12
2012	44	40	16	63	2	6	4	8	4	10	7	12	13	17	7	21	7	19	2	15	1	4	9	42
Болезни костно-мышечной системы																								
2020	10	108	3	185	9	204	5	217	1	75	1	20	3	19	13	88	3	36	16	44	11	7	0	147
2019	14	173	2	113	9	239	9	245	1	46	1	28	4	23	14	88	3	29	24	55	11	7	1	198
2018	12	165	1	137	5	110	9	25	1	133	1	12	2	189	3	88	3	26	6	30	11	5	2	209
2017	14	153	2	166	6	126	1	23	1	117	1	12	2	32	4	96	3	28	8	32	10	5	2	137
2016	15	140	6	183	7	94	0	13	2	73	1	0	3	45	5	95	3	26	12	33	9	6	5	99
2015	14	107	11	209	7	153	4	12	0	42	2	13	4	89	5	93	4	24	19	32	7	8	1	79
2014	18	99	15	190	5	9	0	7	1	48	2	11	10	30	4	85	5	27	25	26	5	17	1	47
2013	17	98	15	319	14	18	4	35	0	41	2	14	6	36	3	81	4	39	22	34	5	19	4	78
2012	17	97	11	143	7	17	4	33	0	41	2	26	8	43	4	81	4	43	13	33	5	18	3	88
Онкологические заболевания																								
2020	2	106	0	26	1	22	1	21	0	1	0	15	1	22	0	17	0	16	2	17	0	14	0	18
2019	1	46	0	3	1	19	1	18	0	0	0	15	1	19	0	17	0	16	6	16	0	16	0	13
2018	2	116	0	23	0	17	0	12	0	0	0	15	1	18	0	13	0	14	0	13	0	12	0	12
2017	3	104	0	23	0	17	0	11	0	0	0	14	1	21	0	13	0	17	5	12	0	13	0	10
2016	2	104	0	21	0	14	0	12	0	0	0	0	1	20	0	16	0	15	6	11	0	7	0	18
2015	2	92	0	22	0	16	0	13	0	0	0	12	1	24	0	14	0	12	7	11	0	11	0	10
2014	2	65	0	22	0	16	0	15	0	1	0	11	1	22	0	14	0	15	3	11	0	11	0	12
2013	2	73	0	20	0	16	0	14	0	2	0	11	1	19	0	13	0	13	3	11	0	13	0	13
2012	2	66	0	22	0	16	0	14	0	1	0	11	0	18	0	14	0	14	0	11	0	4	0	12

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Средняя заболеваемость, органы дыхания, взрослые

чел./тыс. чел.



Коэффициенты корреляции



1 — Адыге-Хабльский район
2 — Абази́нский район
3 — Прикубанский район

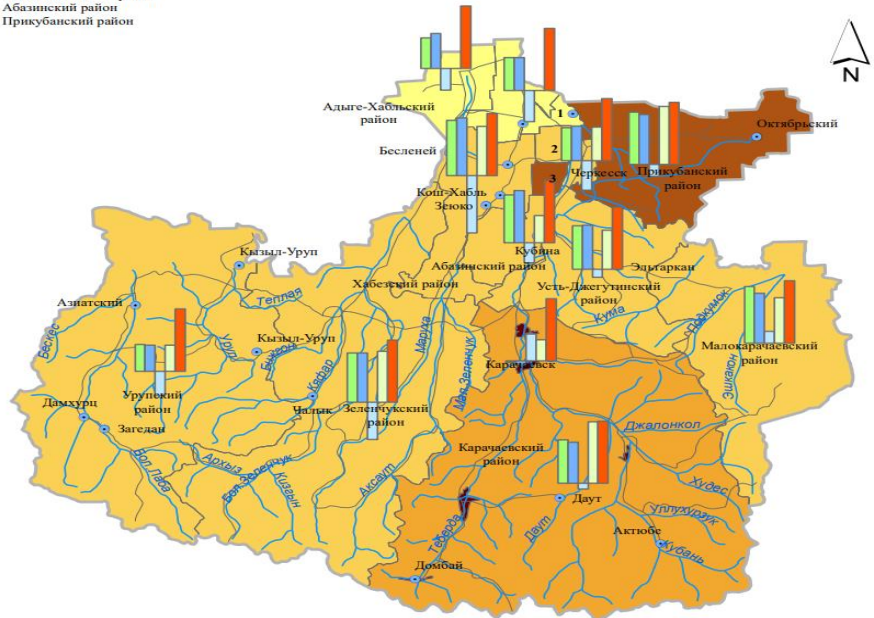
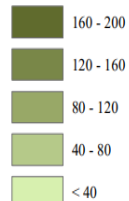


Рисунок 5. Распределение корреляционной зависимости между заболеваниями органов дыхания взрослого населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха

Средняя заболеваемость, органы зрения, взрослые

чел./тыс. чел.



Коэффициенты корреляции



1 — Адыге-Хабльский район
2 — Абази́нский район
3 — Прикубанский район

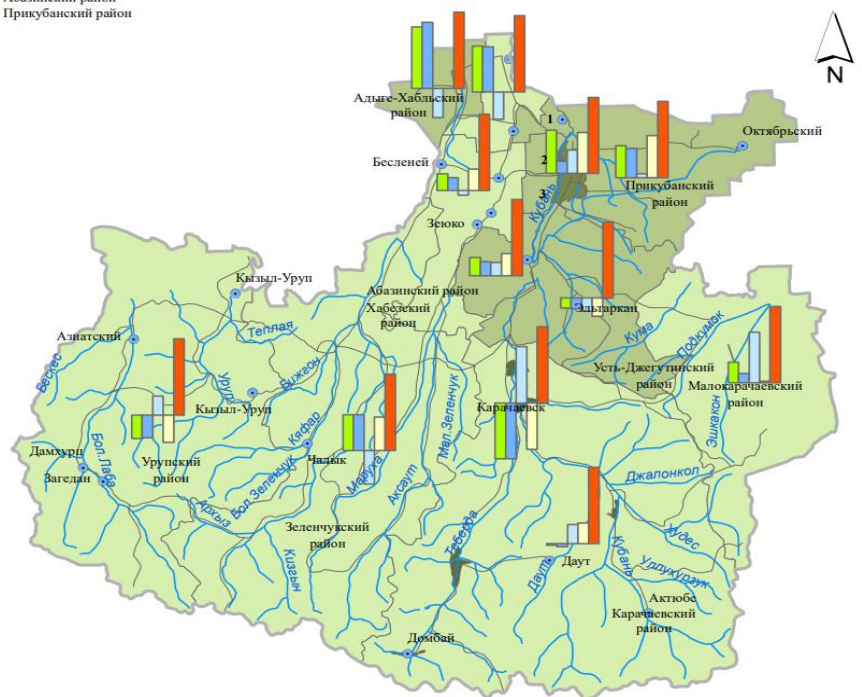
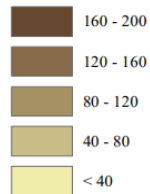


Рисунок 6. Распределение корреляционной зависимости между заболеваниями органов зрения взрослого населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха

Средняя заболеваемость, органы костно-мышеч, взрослые

чел./тыс. чел.



Коэффициенты корреляции



1 — Адыгге-Хабзский район
2 — Абазский район
3 — Прикубанский район

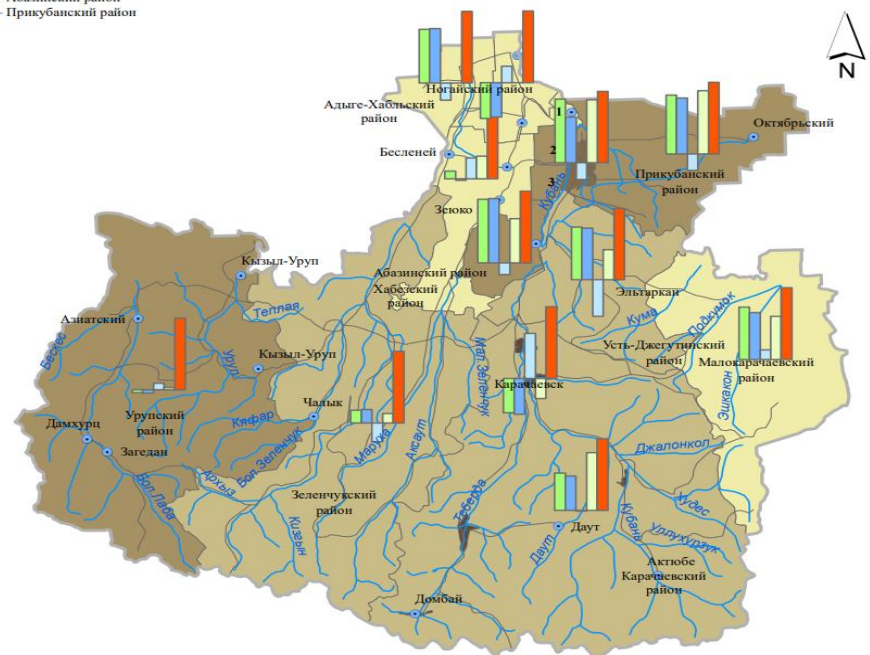
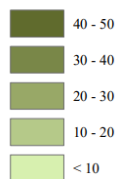


Рисунок 7. Распределение корреляционной зависимости между заболеваниями органов костно-мышечной системы взрослого населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха

Средняя заболеваемость, органы зрения, дети

чел./тыс. чел.



Коэффициенты корреляции



1 — Адыгге-Хабзский район
2 — Абазский район
3 — Прикубанский район

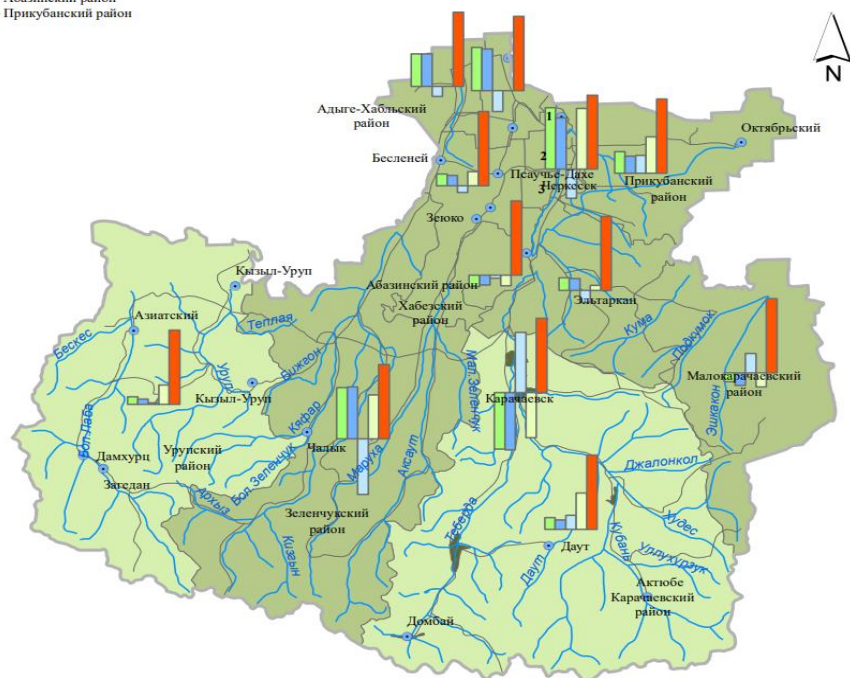


Рисунок 8. Распределение корреляционной зависимости между заболеваниями органов зрения детского населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха

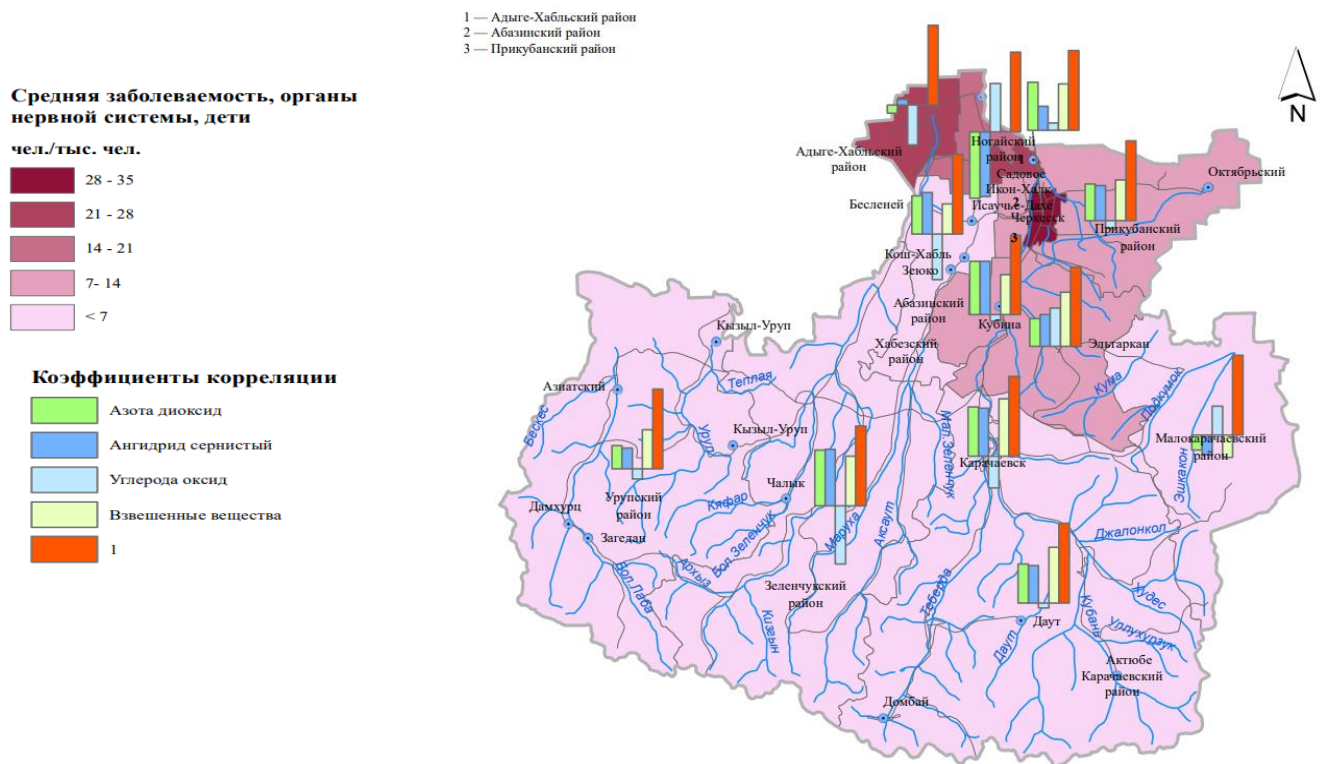


Рисунок 9. Распределение корреляционной зависимости между заболеваниями органов нервной системы детского населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха

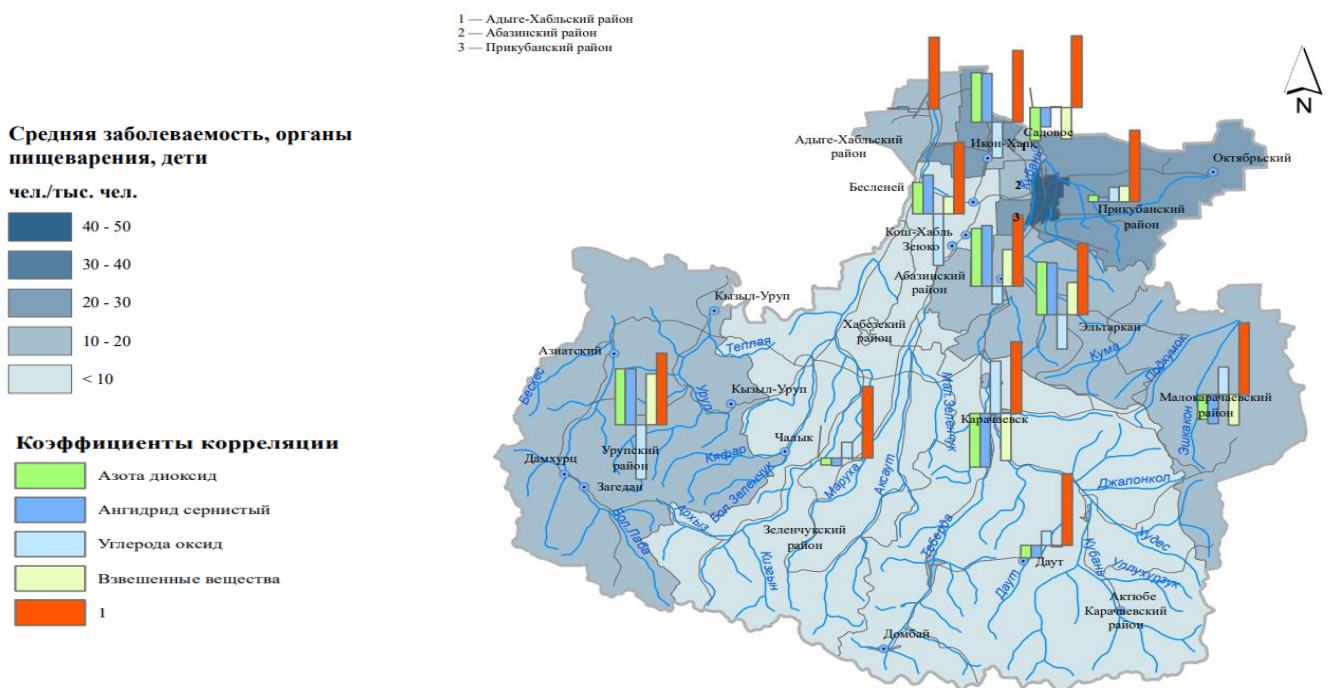


Рисунок 10. Распределение корреляционной зависимости между заболеваниями органов пищеварения детского населения и коэффициентами загрязнения атмосферного воздуха