

**Корнева Р.Г.**

кандидат геолого-минералогических наук,
Геологический институт РАН,
rima@ginras.ru

ПРИНЦИПЫ ОПТИМИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ РОССИИ С УЧЕТОМ ИХ ПРИРОДНОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ

1. Геологический институт РАН; 119017, Москва, Пыжевский пер., д. 7

Экологическое состояние в промышленных районах России определяется интенсивностью антропогенной нагрузки и способностью природной среды ей противостоять (природной – защищенностью). Последняя зависит от возможности снижать негативные последствия, которые при одинаковой техногенной нагрузке в разных природных условиях проявляются по-разному. Любая хозяйственная деятельность фрагментарно затрагивает все компоненты природной среды находящиеся в конкретных климатических, геоструктурных, геоботанических и др. условиях. При этом общее представление об экологическом состоянии фрагмента можно получить, рассмотрев состояние каждого однородного слоя и их взаимовлияние в естественных и нарушенных условиях. Часто оценить экологическое состояние суммарно затруднительно, так как более негативные условия для аккумуляции загрязняющих веществ в атмосферном слое могут быть менее негативными для почвенно-растительного покрова и водных объектов, то же в разных климатических, геоструктурных геоботанических, в горных и равнинных, литолого-петрографических и других условиях. В настоящей статье условия защищенности промышленных районов рассматриваются с учетом многообразия природных условий России. Особое внимание при этом уделено глобальному уровню последствий, приписываемых промышленной деятельности человека, набирающему обороты в последние десятилетия. Модельное представление об их распределении по площади позволяет изучать их в конкретных районах более оптимально, особенно на стадии проектирования методов и инвестирования затрат.

Ключевые слова: геоэкология, формальная логика, системный подход, природная защищенность, климатические зоны, промышленные районы, глобальное загрязнение, картографирование.

Изучение геоэкологического состояния России за последние десятилетия сопровождаются постоянно пополняющимся объемом фактического материала, представленным в картах, ежегодниках, методических документах, монографиях, статьях, экологических паспортах предприятий, в материалах экологического мониторинга и т.п. В них отражены следствия антропогенного влияния на природную среду: глобального, регионального, локального и местного уровней (истощение природных ресурсов, изменение их качества и условий формирования, снижение биологической продуктивности ландшафтов, загрязнение атмосферы, водных объектов).

Роль хозяйственной деятельности человека в процессах преобразования природы оценивалась Ферсманом А.И., Вернадским В.И., которые в начале 19-го века приравнивали деятельности человека к глобальным процессам, истощающими природные ресурсы, преобразующим естественный геохимический фон Земли. Впоследствии колоссальное количество отечественных и зарубежных исследователей внесли свой вклад, который пополняется до настоящего времени. В числе последствий особое внимание уделяется процессам загрязнения больших территорий, имеющих для человека первостепенное значение, как влияющее на его здоровье и продолжительность жизни, условия его жизнедеятельности [6, 14, 24, 29, 32].

В результате названы самые грязные места планеты: Мексика (Мехико); Нигерия (Дельта реки Нигер); Украина (Чернобыль); Россия (Норильск); Индия (Мумбаи); Бангладеш (Дакка); Китай (Линфынь) [www.groundreport.com].

В пределах России выделены следующие экономические регионы: 1- Центральный; 2 – Центрально-черноземный; 3 – Восточносибирский; 4 – Дальневосточный; 5 – Северный; 6 – Северо-Кавказский; 7 – Северо-Западный; 8 – Поволжский; 9 – Уральский; 10 – Волго-Вятский; 11 – Западно-сибирский; 12 – Калининградский. В числе промышленных центров, поставляющих наибольшие количества загрязняющих веществ (объем которых составляет от 1,924 до 117,8 млн. тонн) названы: Норильск, Череповец, Новокузнецк, Липецк, Магнитогорск, Ангарск, Омск, Красноярск, Братск, Чита, Уфа, Челябинск [Ecoportal.info]. Это обстоятельство рассматривается как источник глобального поступления загрязняющих веществ, распределяемое по площадям воздушными, водными, биологическими и антропогенными потоками, что представляет собой угрозу для жизнедеятельности людей, живущих не только в пределах этих центров, но и далеко за их пределами.

В ряде случаев информация может страдать максимализмом, как в случае с глобальным потеплением климата, которое связывают с загрязнением атмосферы за счет преимущественного влияния промышленности, что оказывается не всегда оправдано.

Как известно, территория суши, в пределах которой человек осуществляет свою жизнедеятельность, в том числе экономическую, составляет ~ 30% от общей площади Земли, в составе которой пустыни, горные страны и др., и эта часть далеко не полностью освоена человеком и соответственно изменена до такой степени, чтобы спровоцировать глобальные экологические преобразования [20, 26, 30, 31]. В связи с этим масштаб антропогенных преобразований часто неоправданно преувеличен, а природных катаклизмов соответственно занижен. Кроме того, природные системы обладают защитной реакцией и гомеостазом, способными снижать отрицательные последствия, сопровождающие жизнедеятельность человека.

Зачастую симбиоз антропогенеза и **защитности** природной среды изучаются не в совокупности, а дифференцировано, кроме того не всегда привлекается информация о космических особенностях развития расширяющейся Земли [2, 5, 25], способных вызывать природные катастрофы, последствия от которых превышают любой антропогенез [4, 7, 9, 13, 25, 26].

Так, например, установлены циклы вулканической активности Земли, связанные с особенностями движения центра Солнца (попятное движение [26]) и соответственно с минимумами и максимумами солнечной активности. В первом случае при высокой вулканической активности известны периоды похолодания, и увеличения количества осадков за счет поступления в атмосферу сернистых аэрозольных соединений, снижающих проницаемость атмосферного слоя, разрушающих озоновый слой, что тесно связано с резкими скачками погоды. При низкой вулканической активности – отмечается потепление климата [10].

Проявления глубинной водородной дегазация планеты, изучаемые рядом ученых [5, 25, 26], приуроченные к тектоническим нарушениям литосферы, связывается с землетрясениями, формированием озоновых дыр и климатических катаклизмов. В последних выделены две тенденции осенне-зимнего сезона: «глобальное потепление в полярных и заполярных широтах и синхронное с ним региональное похолодание в Евразии» [25]. При этом отрицательные озоновые аномалии четко коррелируются с большими суммами атмосферных осадков и грозовой активностью, что вызывает повсеместно наводнения, происходящие в последние годы с пугающей активностью.

Глубинная дегазация Земли, как и скорость ее вращения, угол наклона оси, солнечная активность, процессы гравитации, взаимоотношения с другими планетами, такими как Юпитер, влияют на геодинамические, геохимические, гидрологические и климатические процессы в гораздо большей степени, чем промышленная и другие виды деятельности человека. Так или иначе, все известные последствия распространяются по поверхности Земли по определенным законам, обусловленным соответствующими эндогенными и экзогенными процессами.

При их оценке особенно на предварительном (умозрительном) этапе изучения особое значение имеют формально-логические приемы, которые при отсутствии достаточного объема фактического материала позволяют строить предварительные логические модели исследуемых территорий, как основу их последующего более детального оптимального изучения и затрат.

Оценка **защищенности** природных систем от антропогенного, отрицательного влияния нам представляется рациональной исходя из: 1) модельного представления о *природных системах*, от глобального до точечного уровня, преобразующей их геодинамики; 2) модельного представления о процессах аккумуляции, рассеяния и разложения предельно-допустимых компонентов естественного и техногенного происхождения.

Поскольку **геоэкология** стоит на пересечении многих научных направлений, объектами ее изучения являются сложные **природно-антропогенные системы (ПАС)**, состав, инфраструктура и свойства которых формируются на фоне большого числа природных и антропогенных компонентов и преобразующих факторов [32, 33]. Пространственная приуроченность систем и приоритет этих факторов, устанавливаются исходя из целей и задач исследования, и соответственно значимости их изучения для человека. Для оптимизации задач выделяются главные объекты – системы (закон основания) их свойства, процессы и факторы, а все другие рассматриваются как связанные с ними.

Одним из ключевых моментов (как и в любом виде исследований) является обоснование объекта познания, цель и масштаб его изучения. Имея в виду дискуссионное отношение к понятию «**система**» [10, 19, 27, 34], мы предлагаем под геосистемой понимать – *Геологическая система – гомогенный по происхождению и строению фрагмент земной коры, выделяемый по целевому признаку (генезис, состав, строение) или совокупности признаков*. Соответственно – *геоэкологическая система – геологическая система или ее часть, подверженная антропогенным воздействиям конкретного или комплексного вида*. При этом, что все в природе имеет

стадии развития и постоянно преобразуется, мы предлагаем ретроспективно учитывать то, что на момент изучения уже могли произойти какие-то преобразования, в которых антропогенез сыграл свою роль в составе и строении природной системы (ПС). По этому признаку все многообразие ПАС в общем случае на первом этапе может быть классифицировано по трем типам, их начального состава и состояния на момент изучения:

– Природные системы (ПС) – стратоны геологического, ландшафтного, гидрогеологического, геокриологического, инженерно-геологического, экологического районирования (стратифицирования). Их пространственное положение, строение, свойства, процессы определяются преимущественно природными условиями, известными на момент изучения. В составе основных задач изучения – опосредованное влияние хозяйственной деятельности человека в их пределах, очаги которого расположены за их пределами природных систем;

Зачастую симбиоз антропогенеза и защищенности природной среды изучаются не в совокупности, а дифференцировано.

– Природно-антропогенные системы (ПАС) – природные стратоны, испытывающие влияние хозяйственной деятельности комплексного или конкретного вида (городские агломерации, горнодобывающие комплексы, сельскохозяйственные объекты и др.). Вопрос о границах промышленного региона в настоящее время открыт, их предлагается проводить по каким-либо естественным преградам и барьерам, а также использовать зонирование территории по потенциалу загрязнения атмосферы [file:///J:труды по геологии/границы техносфер. webp]. В данном случае пространственные границы могут определяться преимущественно ореолом последствий антропогенного влияния техногенных очагов, расположенных внутри системы. В составе задач – изучение положение границ системы, ее элементов и антропогенных изменений в ее пределах;

– Антропогенно-природные системы (АПС) – стратоны, полностью преобразованные или вновь созданные человеком, антропогенное влияние в пределах, которых прекращено и дальнейшее их развитие обусловлено исключительно природными процессами (транспортные, водные объекты, свалки и другие места захоронения отходов и т.п.). Границы систем известны, в случае прекращения хозяйственной деятельности, преобразования в них происходят под действием естественных процессов;

– Антропогенные системы (АС) – созданные человеком объекты (сооружения), полностью контролируемые его последующей деятельностью, границы известны, процессы известны, в составе задач изучение стабильности состояния объекта;

– Социально-административные (СА) – государства, республики, области, края, районы, отдельные населенные пункты и т.п. Пространственные границы известны. В составе задач исследования – изменения условий жизнедеятельности, здоровья и продолжительности жизни человека при комплексном либо конкретном антропогенном влиянии на среду его обитания.

Каждый из названных видов систем является прерогативой изучения их соответствующим кругом специалистов, для которых важно установить границы системы, ее инфраструктуру, состав, состояние, свойства, динамику развития. При этом границы могут быть уже заранее известны, как в первом и последнем случаях, либо их надо установить, как во втором и третьем случаях.

Россия нами рассматривается как ПАС социально-административного типа высокого иерархического уровня, с площадью в 17 125 191 км², населением 146 748590 чел. [W. ru.wikipedia.org], пересекающей большое количество природных зон (климатических и соответственно ландшафтных), геологических и гидрогеологических структур.

Ее северные, северо-восточные и восточные границы определены природными условиями, а южные, юго-западные и западные – социальными.

Экологическая обстановка России сформировалась под влиянием различных видов хозяйственной деятельности населения, характерных для государства с развитой энергетикой, промышленностью, оборонными, космическими и транспортными объектами, сельским хозяйством, селитебными и рекреационными зонами, зонами утилизации и ликвидации отходов и др. В соответствии с этим ее геохимический фон значительно изменен вследствие всех известных видов загрязнения на всех уровнях от глобального до локального за счет искусственного перераспределения вещества, а также изменения условий формирования и хода естественных процессов.

Преобразование геохимического фона – загрязнение геологической среды, сопровождающее практически все виды деятельности человека, для здоровья и жизнедеятельности наиболее значимо, в соответствии с чем, нами выделяется как **главный признак** антропогенного состояния ПС, как и всех других видов систем. Этот признак формируется при участии: антропогенных поставщиков загрязняющих веществ в природную среду, а также природными особенностями самой среды.

Таблица. 1.

Состав загрязняющих веществ, поставляемых в атмосферу промышленными объектами

Отрасль промышленности	Загрязняющие вещества	Токсичность, воздействие на человека	Источник
Энергетика: Тепловые электростанции (ТЭЦ, ГРЭС); АЭС	Пыль, сажа, аэрозоли, соединения серы, азота, пары ртути мышьяк, уран. Радионуклиды (цезий, стронций, рутений, кобальт), газы (азот, водород, пар, газообразные продукты деления - радионуклиды Kr, Xe, Ar.	Токсичны, канцерогенны. Вызывают раздражение дыхательных путей, астма, сердечные заболевания, онкология	Грушко, 1999; [15] Третьяков, 2015 [32] Стерман и др. 1995 [29]
Транспорт: Автомобильный Железнодорожный - Авиатранспорт - Ракетносители -	Диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, альдегиды, аммиак, метан, ангидрит, сажа безопорен, свинец. Оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды, свинец. Оксиды углерода, азота; альдегиды, углеводороды (полициклические несгоревшие), аэрозоли Соединения хлора, окислы азота, углерода, алюминия, разрушение озонового слоя.	Токсичны. Заболевания легких, сердечная недостаточность, состав крови, Токсичны вдоль основных трасс, в пределах аэропортов. Токсичны, Радиус влияния 30-60 км,	Азарова (Prom.ecology3_LK.pdf)
Промышленность Металлургическая – Коксохимическая - Нефтепереработка - Деревообработка- Химико-фармацевтическая -	Пыль, сернистый ангидрит, окислы азота, окись углерода, сажа, алюминий, мышьяк, ртуть, сурьма, олово, свинец. Аммиак, сернистый газ, кислоты (соляная, серная, органические), анилин, карболовые и жирные кислоты	Токсичны, канцерогенны. Сонливость, головные боли, онкология, мутагенное воздействия, нервные и кожные заболевания	Большина Е.П., 2012; [6] Пыриков, А.Н., 2000; [24] Ecoportal.info; Голицын А.Н..2010.[14]

Наиболее мощными поставщиками загрязняющих веществ установлены городские агломерации, транспорт, промышленность, топливно-энергетические комплексы, особенно их скопления на ограниченных площадях, приводящие к созданию очагов загрязнения ГС, вследствие от деятельности которых распространяются на глобальном уровне [1, 8, 23]. Такие скопления промышленных объектов дают широкий спектр загрязняющих веществ (*табл.1*), который может аккумулироваться на конкретных участках ландшафта, либо распространяться на большие площади с помощью воздушных, водных, биологических и антропогенных потоков. Экологическая обстановка внутри промышленных районов складывается из глобальных процессов, региональных, локальных и точечных очагов влияния – топливно-энергетических, промышленных, сельскохозяйственных и других объектов [1, 8, 28]. В мелком масштабе городские агломерации с городами-спутниками и другими сопутствующими населенными пунктами образуют такие ПР как: Московский, Санкт-Петербургский, Верхне-, средне- и Нижневолжский; Предкавказский, Уральский, Западно- и Восточно-Сибирский, Дальневосточный за их пределами. Выделяются точечные очаги загрязнения – отдельно расположенные промышленные комплексы (ПК), такие как Пенга, Воркута, Норильск и др.

Особенности комплексного влияния ПР, и отдельно расположенных ПК на ГС достаточно хорошо известны, остановимся на загрязнении природных компонентов, которое в совокупности способно распространяться в глобальном масштабе [1, 8, 28]. Особенности эти зависят с одной стороны от мощности выбросов и плотности расположения их очагов по площади, а с другой стороны природными условиями, способными нейтрализовать их негативное влияние на здоровье и продолжительность жизни людей. Наиболее развитые в промышленном отношении районы характеризуются образованием куполов загрязненного воздуха, высотой 2-3 км и радиусом 20-40 км [1, 18, 28]. Скопление таких куполов формируют ореол, превышающий 100 и более км. в диаметре (по данным «Аэрогеология»). Такие ПР, как Уральский и Предкавказский, Восточно-Сибирский и другие имеют такие ореолы, экологическая обстановка в их пределах характеризуется повышенной напряженностью (*рис. 1, 2*).

Помимо масштабов загрязнения экологическая обстановка зависит от состава загрязняющих веществ и их объемов. При этом выделяют основные загрязняющие вещества (ЗВ), и дополнительные в разной степени вредные для человека. Основные ЗВ присутствуют всегда. Их наличие обусловлено жизненно необхо-

димыми видами деятельности (коммунальное хозяйство; транспорт, энергетика, пищевые предприятия, виды строительства; ликвидации, утилизации, захоронения отходов и т.п.). Их деятельность сопровождается выбросами следующих видов ЗВ: соединения углерода, азота, серы, фосфора, углеводороды, фреоны, металлы, красители, моющие средства, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), радиоактивные вещества. Эти вещества поступают в природную среду с газодымовыми выбросами, жидкими стоками, твердыми отходами и распространяются по территории воздушными и водными потоками, от мощности, направленности и скорости которых зависят условия распространения и накопления ЗВ в конкретных природных компонентах.

Поскольку геоэкология стоит на пересечении многих научных направлений, объектами ее изучения являются сложные природно-антропогенные системы, состав, инфраструктура и свойства которых формируются на фоне большого числа природных и антропогенных компонентов и преобразующих факторов

Дополнительные ЗВ появляются в общем спектре тогда, когда в ПР функционируют такие промышленные предприятия как металлургические, нефтеперерабатывающие, химические и химико-фармацевтические, атомные, целлюлозно-бумажные, кожевенные, лакокрасочные, сельскохозяйственные (удобрения и ядохимикаты) и т.п. В составе дополнительных ЗВ: мышьяк, бор, медь, свинец, стронций, уран, цинк, ртуть, кадмий, цианиды кальция и кремнефтористый натрий, соли натрия, бериллий, ванадий, кобальт, никель, алюминий, свинец, селен, бенз (а) перен. (БП), марганец, фосфор, изотопы цезия, рутений и т.д. [zelenstory-biysk.ru]. В их числе нередко встречаются элементы токсичные для человека в любом количестве и соответственно условия их накопления и распространения особенно важны. В числе отрицательного влияния на здоровье человека установлено: раздражение дыхательных путей (обострение астмы, легочных и сердечных заболеваний), мутагенное и токсичное воздействие на нервную систему и кроветворные органы, аллергия, снижение иммунитета, онкозаболевания [Ecoportal.info] (*табл.1*).

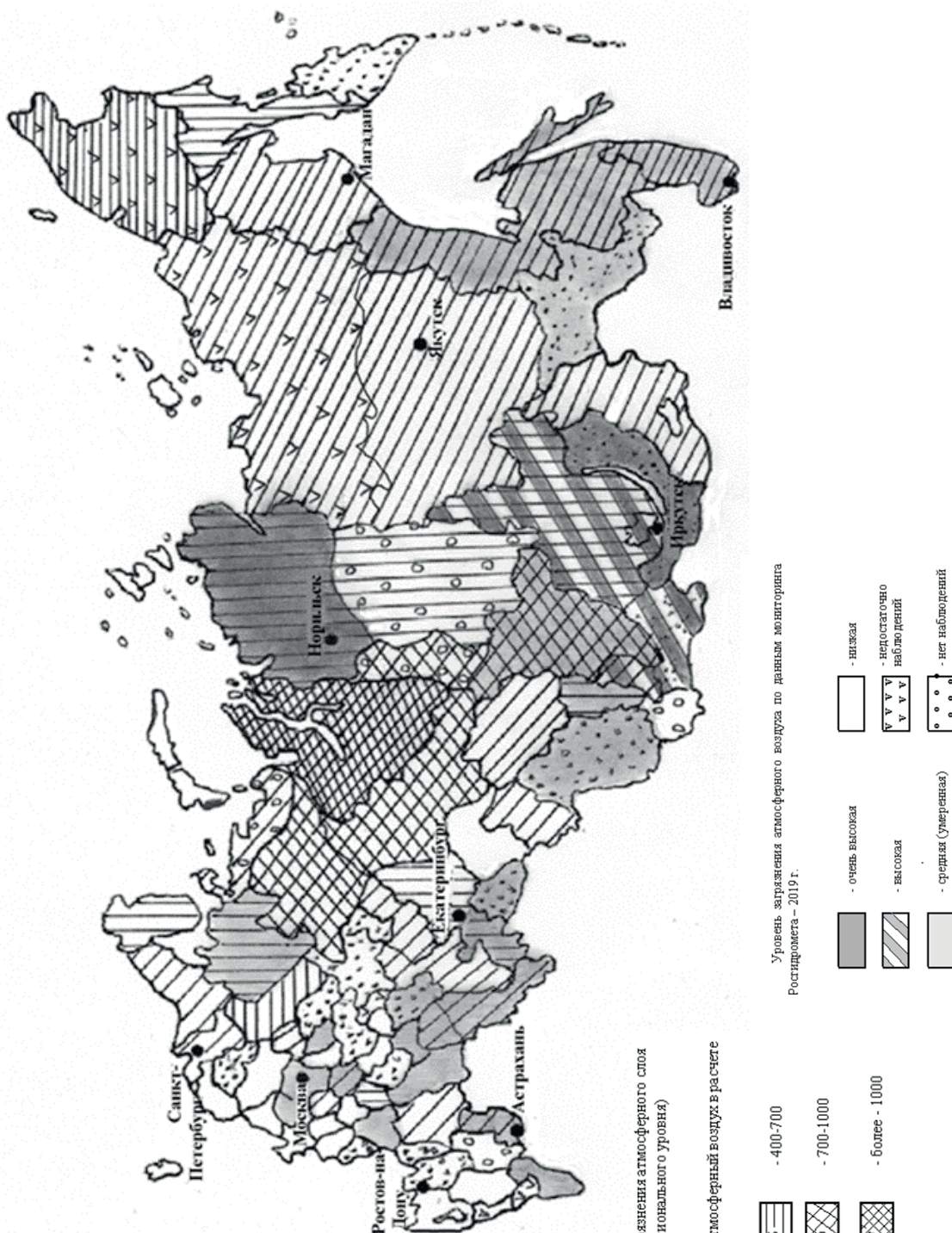
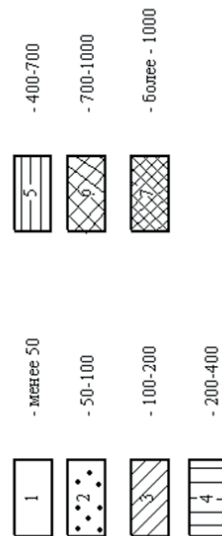


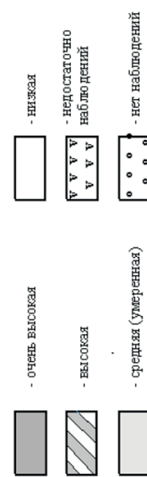
Рис. 1.
Карта – схема загрязнения атмосферного воздуха и объемов промышленных выбросов (по данным Росгидромета с дополнениями).

Условные обозначения к карте зависимости загрязнения атмосферного слоя от объема промышленных выбросов (регионального уровня)

Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в расчете на одного жителя (кг/чел)



Уровень загрязнения атмосферного воздуха по данным мониторинга Росгидромета – 2019 г.



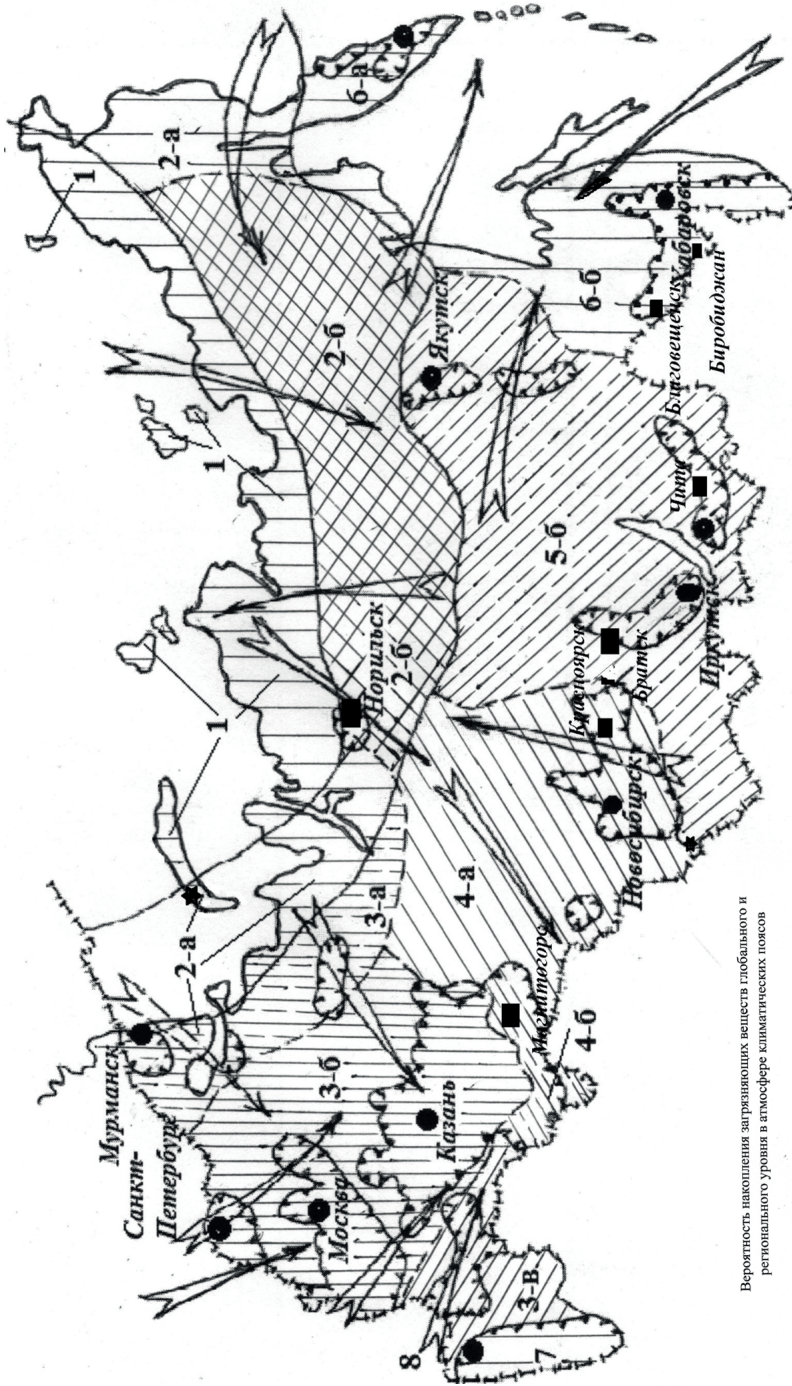


Рис. 2.
Карта – схема расположения промышленных районов относительно климатических поясов с разной степенью защищенности от загрязнения атмосферного слоя

Условные обозначения к карте расположения промышленных районов относительно климатических поясов с разной степенью защищенности от загрязнения атмосферного слоя

- направления господствующих воздушных масс
- границы климатических поясов
- границы климатических областей
- границы промышленных районов
- а) самые грязные города, б) ядерные полигоны.

Климатические пояса:

- 1 – арктический пояс, климат арктических пустынь;
- 2 – субарктический пояс; 2-а – область морского климата (тундра); 2-б – резко континентальной северной тайги и лесотундры, в горах – горной тундры;
- 3 – умеренный пояс; 3-а – область тайги с избыточным увлажнением; 3-б – тайги, смешанных и широколиственных лесов с достаточным увлажнением;
- 3-в – степей с недостаточным увлажнением;
- 4 – область континентального климата; 4-а – тайги, смешанных лесов и лесостепей с достаточным увлажнением; 4-б – степей с неустойчивым увлажнением;
- 5 – область резко континентального климата; 5-а – сухих полупустынь; 5-б – тайги с неустойчивым увлажнением;
- 6 – области тайги и смешанных лесов Дальнего Востока; 6-а – морские; 6-б – муссонные;
- 7 – область высокогорного климата;
- 8 – субтропический пояс, область субтропического климата.

Вероятность накопления загрязняющих веществ глобального и регионального уровня в атмосфере климатических поясов

- минимальная (области 1, 2-а, 6-а, 7)
- средняя (область 3-а)
- максимальная (область 3-б)
- невысокая, при достаточном увлажнении (область 4-а)
- средняя, при неустойчивом увлажнении (область 4-б)
- средняя при переменном увлажнении (область 5-б)
- максимальная при недостаточном увлажнении (область – 3-в)
- не выдержанная по площади за счет мозаичных ландшафтных условий (область 2-б)

Глобальное экологическое влияние ПР реализуется за счет переноса ЗВ от их очагов на прилегающие территории, при действии глобальных, континентальных, региональных и местных факторов, обеспечивающих рассеяние и осаждение ЗВ в соответствующем масштабе, на большие расстояния до 1-2 тыс. км., для ртути до 10 тыс. км. [23]. При этом опасность загрязнения природной среды для человека в каждом конкретном случае не может быть оценена однозначно, так как при его переносе на небольшие расстояния (например, до 1 км.) следует ожидать либо его концентрации в этом радиусе, либо рассеяния при переносе на значительные расстояния. Для токсичных и нетоксичных, тяжелых и легких, в разной степени растворимых веществ, факторы распределения их в природных компонентах неоднозначны.

Экологическая обстановка внутри промышленных районов складывается из глобальных процессов, региональных, локальных и точечных очагов влияния – топливно-энергетических, промышленных, сельскохозяйственных и других объектов

Из вышесказанного следует, что изменение геохимического фона глобального уровня начинается с атмосферного слоя, затем переходит на почвенно-растительный покров, водные объекты зону аэрации и подземные воды. При этом перераспределение ЗВ зависит как от антропогенных факторов, рассмотренных выше, и также от природных особенностей их накапливать либо рассеивать в каждом конкретном случае.

Под **защищенностью** природных систем в общем случае мы предлагаем понимать их способность противостоять отрицательным для человека последствиям, и само восстанавливаться естественным образом.

Особенности накопления и сохранения загрязняющих веществ в компонентах ПС зависят от наличия и мощности их очагов, а также способности аккумулировать, сохранять, рассеивать, разлагать и транспортировать выбросы в пределах одного стратона и между ними [3]. Соответственно антропогенный ущерб никогда не может быть оценен однозначно. В одной и той же неблагоприятной точке, аккумуляция загрязняющих веществ из атмосферы в почвенном слое может считаться благоприятной для субстрата и грунтовых и поверхностных вод, где их будет меньше. В настоящей работе, учитывая

принцип специализации, ставится задача проследить ситуацию на примере изменения геохимического фона природных систем, связанного с антропогенным влиянием на его основные характеристики (состав и концентрацию), покомпонентное, от атмосферного слоя до подземных вод и водовмещающих пород.

Перераспределение и аккумуляция ЗВ в пределах каждого ПР и между ними зависят от природных факторов, наиболее масштабные и значимые из которых – потоки веществ в атмосфере. Т.е. роль **атмосферных потоков** в перераспределении ЗВ первостепенна, как наиболее мобильных и наиболее широко охватывающих зоны влияния очагов загрязнения от глобально до местного воздействия [28].

Способность фрагментов атмосферы накапливать загрязняющие вещества определяется условиями взаимодействия их между собой (в плане и в разрезе), а также с фрагментами литосферы, гидросферы, биосферы и др. Принципиально различны по своему начальному составу и условиям взаимодействия воздушные массы, формирующиеся над океанами и континентами с очагами загрязняющих веществ и без них, в высоких слоях и приземных. Воздушные массы климатических поясов, расположенные в зоне океанического (морского) влияния, подвержены загрязнению в меньшей степени, т.к. загрязненные воздушные потоки, сформированные над континентами, постоянно обмениваются с океаническими (менее или вообще не загрязненными), при этом ЗВ рассеиваются либо вытесняются вглубь континента. При прочих равных условиях степень загрязнения атмосферного слоя зависит от соотношения величин выпадения ЗВ с атмосферными осадками и поступлением их вторично при испарении с суши. Для зон океанического и морского атмосферного влияния, а также для континентальных зон – роза ветров и соотношение величин осадков и испарения, температурный режим, динамика снежного покрова и поверхностного стока определяют вероятность загрязнения дневной поверхности. Сочетание этих величин определяет в каждом конкретном случае вероятность накопления ЗВ в атмосфере и попадание их на дневную поверхность. В общем случае известно, что при застойных режимах воздушного слоя (особенно в крупных понижениях, котловинах, ложбинах, предгорных районах), вероятность формирования смогов больше, чем в других условиях. Но при преобладании осадков над испарением вероятность формирования смогов меньше, зато больше вероятность загрязнения почвенно-растительного покрова и поверхностных вод за счет выпадений ЗВ из атмосферы.

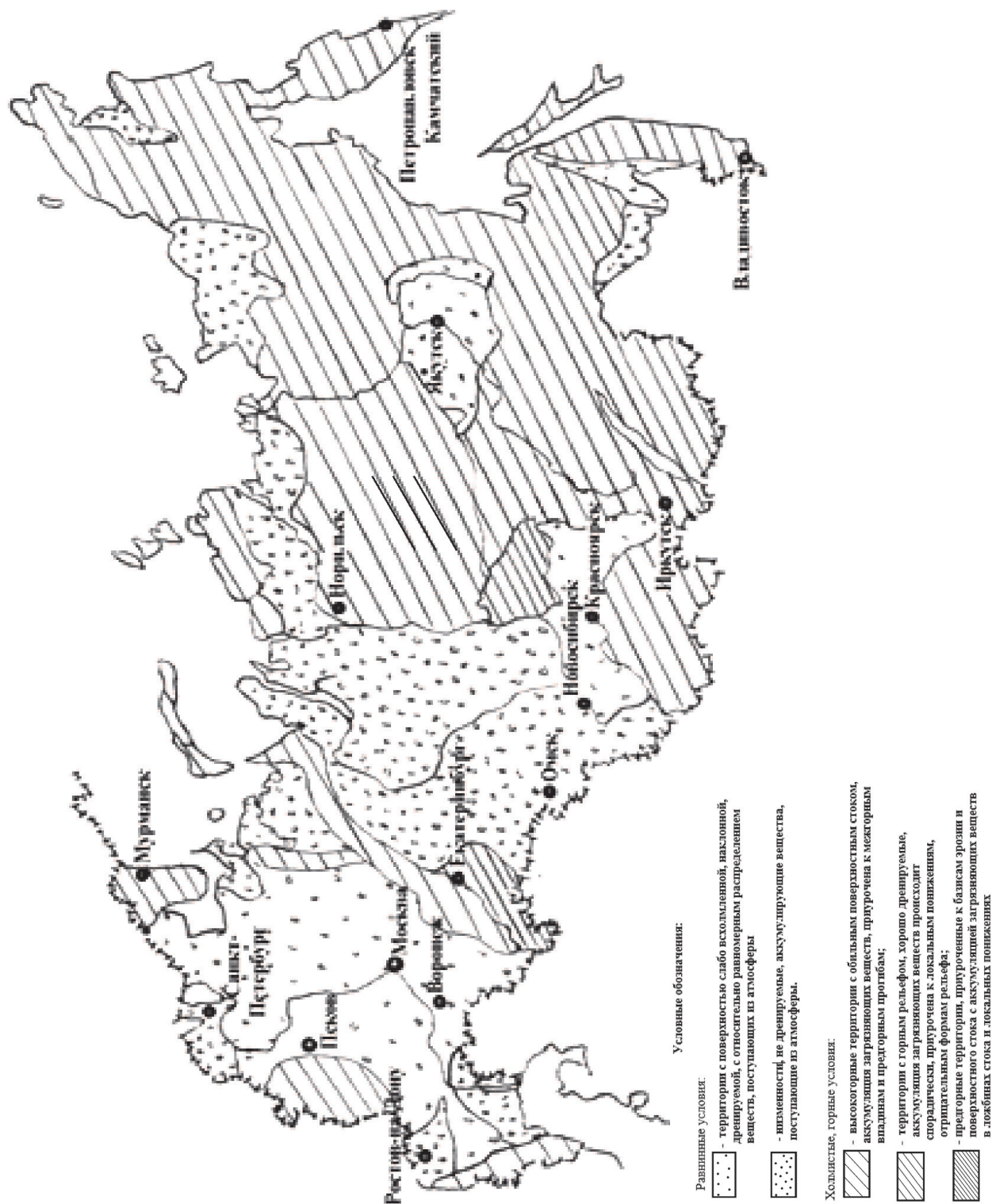


Рис. 3. Карта подверженности рельефа формированию очагов загрязнения глобального типа.

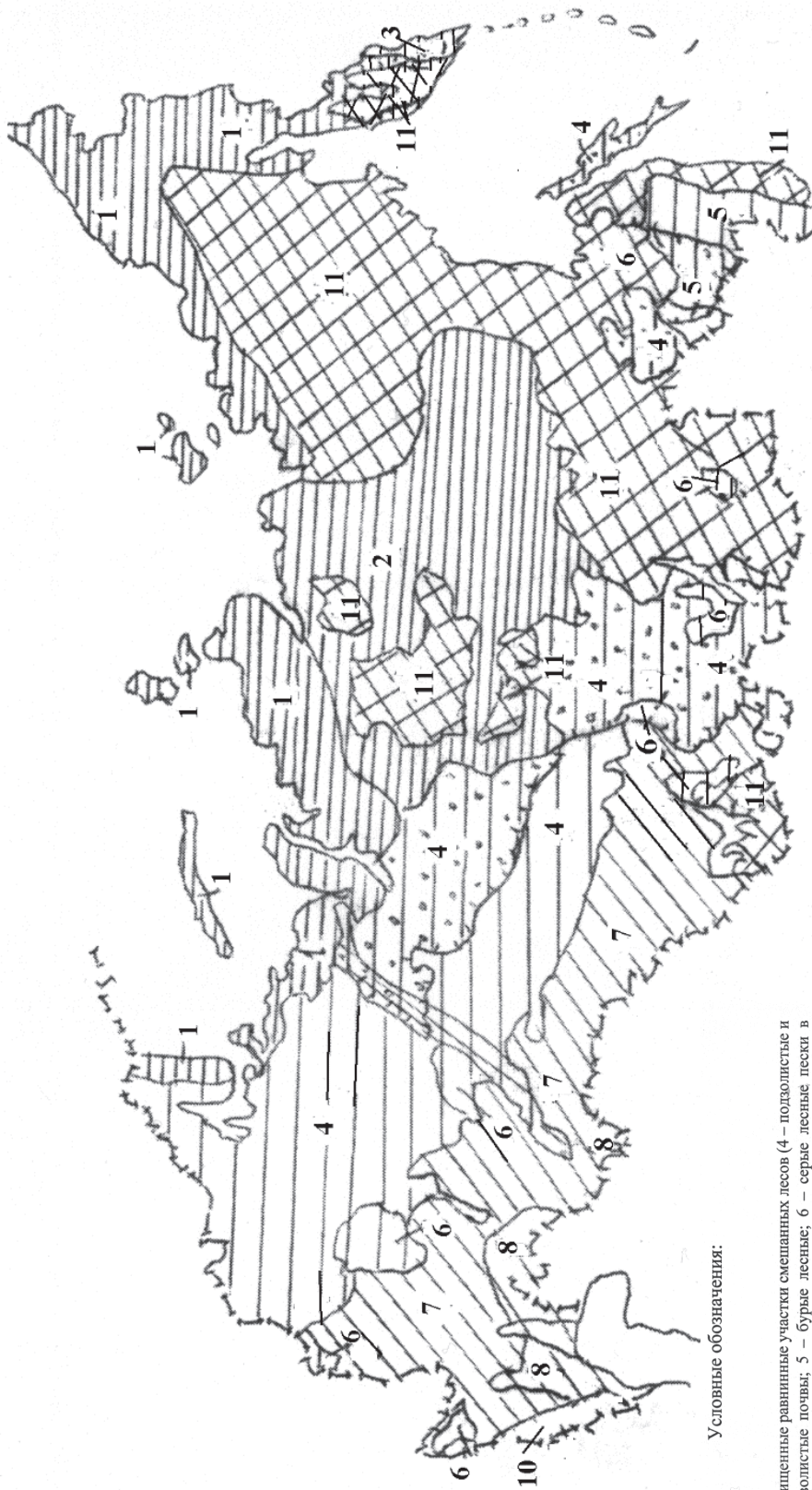






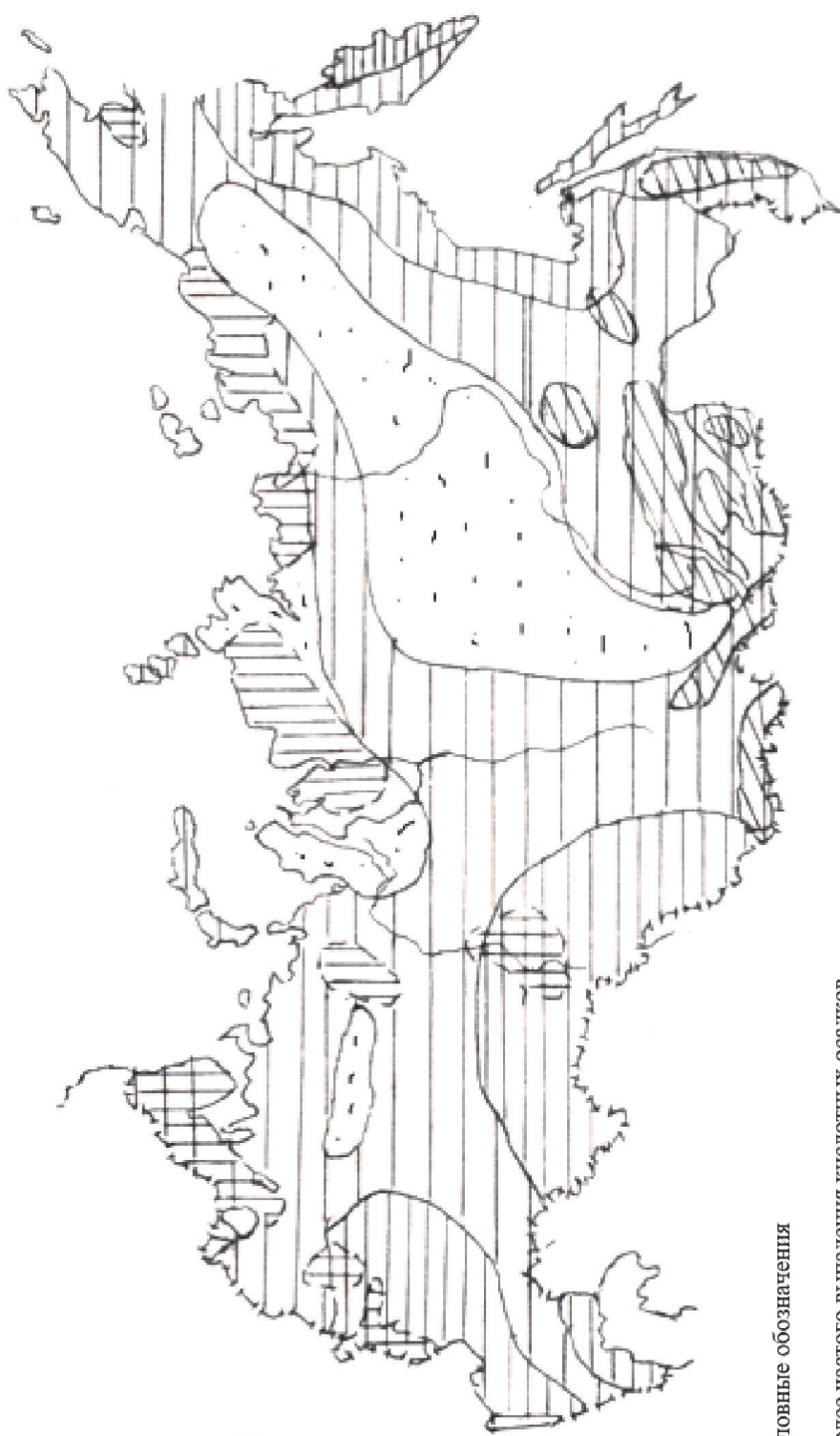


Рис. 4.
Карта-схема защищенности почвенно-растительного покрова от загрязнения.

Условные обозначения:

-  - хорошо защищенные равнинные участки смешанных лесов (4 – подзолистые и дерново-подзолистые почвы; 5 – бурые лесные; 6 – серые лесные пески в гумидных условиях)
-  - относительно хорошо защищенные участки хвойных лесов (4 – в условиях островной мерзлоты; 3 – вулканические лесные почвы)
-  - средне защищенные равнинные участки с лесостепными биоценозами (на 7 – черноземах, 8 – каштановых солодах в условиях инфильтрационно-испарительного режима)
-  - неравномерная защищенность по площади (11 – горные территории с мозаичным чередованием состава почвенно-растительного покрова)
-  - плохо защищенные территории (арктические пустыни, тундра с 1 – глеевыми почвами; 2 мерзлотно-таежными; 9 – бурями полупустынными, болотными, солончаками)
-  - южная граница распространения многолетнемерзлых пород



Условные обозначения







-  - районы наиболее частого выпадения кислотных осадков
 -  - более 20;
 -  - 10-20;
 -  - менее 5;
 -  - 5-10;
 -  - выпадение цезия 137 в количестве 0,15-0,25Ки/км²
- Поступление загрязняющих веществ с атмосферными осадками в т/км²

Рис. 4. а
Карта радиоактивного почвенного покрова, выпадения кислотных осадков.

Так обзорный анализ состояния атмосферы в пределах России при равной антропогенной нагрузке показал следующее (рис. 1, 2):

- слабо подвержены загрязнению через атмосферу территории отдельно расположенных городских агломераций зон атлантического, атлантико-арктического, тихоокеанского влияния – Мурманская, Архангельская, Воркутинская, Магаданская и др. Названные территории обладают относительно хорошей защищенностью в атмосферном слое и почвенно-растительном покрове;

- подвержены загрязнению через атмосферу ПР зон атлантико-континентального влияния (Санкт-Петербургский, Московский, Верхне-Волжский, северная часть Уральского);

- сильно подвержены загрязнению – ПР зон континентального влияния с максимальным превышением испарения над осадками (Восточно-Сибирский, южная часть Нижневолжского).

Из вышесказанного следует вывод, что наиболее защищенными от глобального антропогенного влияния в отношении изменения геохимической обстановки не только в атмосферном, но и в почвенно-растительном слое являются территории, входящие в зоны океанического и морского климатического влияния (рис. 1, 2).

Под защищенностью природных систем мы предлагаем понимать их способность противостоять отрицательным для человека последствиям, и восстанавливаться естественным образом.

Вероятность ухудшения геохимической обстановки на поверхности ГС через твердые (пыль и аэрозоли), жидкие (дождь, роса, туман) и газообразные подчинена климатической зональности. Для гумидных областей большее экологическое значение имеют жидкие, а для аридных – твердые (пылевые) атмосферные осадки. Соответственно их перераспределение по поверхности в первом случае обусловлено величинами поверхностного стока, а в последнем розой ветров. Причем вероятность загрязнения воздушного и почвенного слоя находятся во взаимосвязи, которая для каждого компонента может быть оценена отдельно и находится как в прямой (в гумидных областях), так и в обратной зависимости (в аридных областях). В общем случае ЗВ поступают через атмосферу в рассеянном виде, но среди них могут присутствовать токсичные компоненты, наличие которых в любых концентрациях может быть опасным для здоровья людей. Причем, условия их перераспределения по дневной поверхности с водными (водотоки и

смыв с почвы) и эоловыми потоками, при гравитационном перемещении по склонам, а также при антропогенном перемещении может создавать вторичные очаги загрязнения (рис. 3, 4).

Следующей по значимости в перераспределении ЗВ в компонентах природной среды является ландшафтная обстановка. Ее стратоны, являя собой, совокупность природных компонентов, неоднородность строения которых в равных климатических условиях могут в разной степени накапливать, разлагать и распределять загрязняющие вещества по дневной поверхности, в почвенно-растительном покрове, субстрате, зоне аэрации, поверхностных и подземных водах. В то время как ландшафтные особенности зависят и от внутреннего строения земной коры, то, выделяя однородные в ландшафтном отношении стратоны, мы автоматически выделяем стратоны однородные и в геолого-структурном, гидрогеологическом и гидрологическом, и др. отношениях с характерными эндо - и экзогенными процессами. В каждом конкретном случае во главу угла ставятся условия миграции и накопления веществ в компонентах ландшафта (рельеф, растительность), важных для жизнедеятельности человека (рис. 3, 4).

Проследим особенности перераспределения ЗВ в разных ландшафтных условиях сверху вниз по разрезу, особое место в которых занимает геоморфологическое строение исследуемой территории, т.е. ее рельеф (рис.3), элементы которого сочетаются с растительным почвенным покровом, субстратом, экзогенными процессами, поверхностными и подземными водами.

Распространение, накопление и поглощение поверхностного стока (жидкого и твердого) происходит различно в равнинных, горно-складчатых, холмистых областях, для каждой из которых характерны чередования форм (денудационного и аккумулятивного генезиса), склонов, понижений, ложбин и др. Особое место в этом ряду занимают речные долины со своими рядами элементов ландшафта (водораздел, склоны, террасы, поймы, русло). Наибольшей аккумулярующей способностью обладают такие элементы рельефа как замкнутые и межрядовые понижения, озерные котловины, заболоченные низины, пониженные участки речных долин, предгорные прогибы, искусственные выемки. Такие формы с водосборными поверхностями, выраженными в мелком масштабе, характерны для холмистых ландшафтов западной части Московского, Средне-Волжского, Уральского, Восточно-Сибирского, Предкавказского ПР. Межрядовые понижения в них могут рассматриваться как потенциальные очаги накопления и поглощения ЗВ, загрязнения почвенного покрова и возможно подземных вод. Относительно защищенными от

Таблица. 2.

Условные обозначения к карте комплексной оценки защищенности регионов от загрязнения (рис. 5)

Знак на карте	Климат	Влагообмен	Рельеф	Растительный покров	Почвенный покров	Гидрография	Состав горных пород	Степень защищенности	Степень загрязнения
1	Континентальный	Инфильтрационный	Равнинный, местами холмистый	Зона хвойных лесов южнее переходящая в лиственные леса	Супесчаные, подзолистые кислые, бурые лесные, черноземы	Активный, хорошо дренируемый регион	Супесчано-суглинистые породы в чехле, карбонатные-коренные	Хорошая	Весьма слабая, локально
2	Высокогорный климат, гумидный	Инфильтрационный	Высокогорный с межгорными впадинами	Широколиственные леса в понижениях	Скальные делювиальные	Очень активный водообмен	Скальные с суглинистым чехлом	Хорошая	Весьма слабая
3	Арктических пустынь и тундр, нивальный	Инфильтрационный	Равнинный, локально холмистый	Тундровый, кустарничково-моховый	Тундровые глеевые, низкогумусные, кислые	Влагообмен застойного типа	Фрагменты щитов, участки платформ	Менее хорошая	Слабая
4	Область муссонного климата	Инфильтрационный	Горный рельеф с понижениями и локально	Дальневосточные темнохвойные леса	Скальные делювиальные	Активный водообмен, хорошо дренируемый	Складчатая область, скальные породы с делювиальными шлейфами	Относительно хорошо защищен	Слабая
5	Резкоконтинентальный климат	Инфильтрационно-испарительный	Равнинный, низменный, с запада Уральская гряда	Хвойные леса смешанные, лиственные и лесостепные	Каштановые, суглинистые болотные с континентальным содовым засолением	Слабый водообмен	Супесчано-суглинистый чехол, в основании глины палеогеновые	Относительно защищен	Средняя
6	Резкоконтинентальный климат	Инфильтрационно-испарительный	Горный с локальными понижениями	Темнохвойные леса с пятнами мерзлоты	Скальные, супесчаные, хорошо промытые	Активный водообмен	Скальные с суглинистыми, пятнами (ледниковыми)	Относительно защищен	Высокая
7	Резкоконтинентальный климат	Инфильтрационно-испарительный	Горный, с хребтами и плато, понижения вдоль Лены	Лиственные леса и редколесья	Скальные, делювиальные в понижениях болотные с мерзлотой	Активный водообмен	Скальные породы с делювиальными шлейфами, пятнами болот и мерзлоты	Относительно защищен	Высокая, локально очень высокая
8	Умеренный семиаридный климат, зона континентального засоления	Испарительно-инфильтрационный	Равнинный, локально холмистый	Полынно-злаковые степи, ковыли	Каштановые супесчано-суглинистые почвы с солончакми	Замедленный водообмен, местами застойный	Супесчано-суглинистый чехол, карбонатизирован, в основании пласты глин	Относительно не защищен	Высокая, локально очень высокая
9	Резкоконтинентальный климат	Инфильтрационный	Плоскогорье	Лиственные леса, горные тундры	Тундровые глеевые, кислые	Активный водообмен	Скальные архейско-протерозойские породы с мерзлотой	Незащищен	Высокая (недостаточно наблюдений)
10	Субарктический резкоконтинентальный	Инфильтрационный	Колымская низменность	Лиственные леса и редколесья	Заболоченные, замёрзленные, торфяные	Застойный водообмен	Озеро-речные суглинки, термокарстовые провалы, в основании плейстоценовые аргиллиты, алевролиты	Плохо защищен	Очень высокая

загрязнения почвенного покрова можно считать территории, обладающие уклоном и хорошим поверхностным стоком, хорошей проницаемостью почв и субстрата (рис. 4, 4-а).

Для одинаковых форм и элементов рельефа, удерживающая и поглощающая поверхностный сток способность определяется наличием **растительного покрова** его составом, состоянием.

Геоэкологическое значение растительного покрова складывается из его способности улавливать ЗВ из атмосферы, почвенных растворов, подземных вод; распределять по площади, аккумулировать, транспирировать в атмосферу; поставлять обратно в почву и субстрат [21, 22]. В целом, по России, в соответствии с климатическими поясами выделяются следующие комплексы растительности:

- тундровый, мохово-лишайниковый с низкорослым, угнетенным древесным ярусом с кустарничковыми фациями;
- лесной, хвойных и лиственных многоярусных лесов;
- лесостепной, с чередованием лугово-степных и полынно-злаковых фаций с преимущественно лиственным древесным ярусом;
- степной, с полынно-злаковыми фациями.

Для каждого комплекса характерна высокая фациальная изменчивость (мозаичность), выражаемая в мелком масштабе. Чередование фаций, в каждом из названных комплексов, в соответствии с элементами рельефа и их увлажненностью, обуславливает образование ландшафтных рядов, в составе которых: древесный ярус с наи-

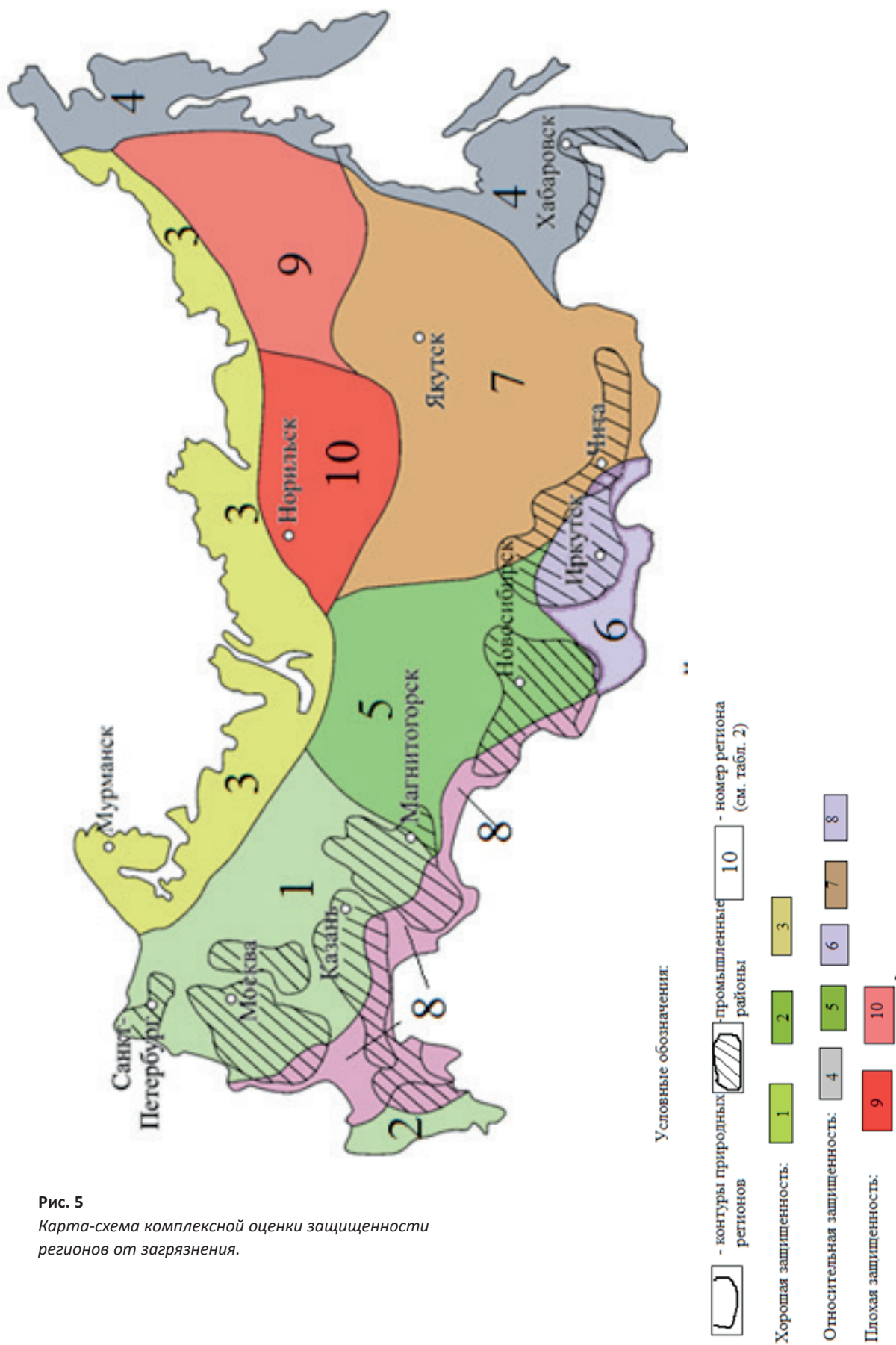


Рис. 5
Карта-схема комплексной оценки защищенности регионов от загрязнения.

большей улавливающей способностью; мохово-лишайниковые фации с наибольшей способностью аккумулировать и не пропускать ЗВ в почву и ниже; лугово-степные и болотные ассоциации с наибольшей биомассой, удерживающие многие загрязняющие вещества за счет аккумуляции в самом растительном покрове. В каждом конкретном случае роль растительного покрова проявляется по-разному, соответственно его оценка на предмет защищенности территории не может быть однозначной, в большой зависимости находится от объема биомассы, но наличие многообразия свидетельствует о многообразии условий перераспределения ЗВ.

Вследствие того, что древесные породы растительности преобладают в зоне хвойных и смешанных лесов, почти для всех ПР, кроме Северо-Кавказского, Нижневолжского, южной части Уральского, Омской области, характерна высокая способность улавливать загрязняющие вещества из атмосферы. Хорошей экранирующей способностью характеризуется моховый покров тундровой части криолитозоны. Этому способствуют и низкие годовые температуры воздуха и почвы, препятствующие быстрому разложению ЗВ и плоский рельеф, и слабый поверхностный сток.

Пятна луговых и лугово-болотных ассоциаций заболоченных пойм, низин водораздельных, плоских равнин гумидной и переходной зон известны как биологические накопители ЗВ. Они часто встречаются в Санкт-Петербургском, Московском, Западно-Сибирском ПР.

Во всех случаях полное или частичное сведение естественного растительного покрова, как и его замена на сельскохозяйственные монокультуры, сопровождаются увеличением вероятности попадания и накопления ЗВ в почву, субстрат, подземные и особенно поверхностные воды.

В тесной взаимосвязи с климатом, рельефом и растительностью находится почвенный покров, образующийся на контакте атмосферы, биосферы и литосферы и являющийся одновременно и продуктом, и индикатором их взаимодействия. Его строение, мощность и литолого-петрографический, органический состав определяют вероятность загрязнения его самого и связанных с ним пород зоны аэрации, поверхностных и подземных вод.

Экологическое значение **почвенного покрова** оценивается по его способности удерживать, накапливать, обезвреживать, пропускать ЗВ [11]. Лучшими сорбентами принято считать суглинистые почвы с мощным черноземным гумусовым горизонтом, а также осолоделые и засоленные разности. Худшими сорбентами являются мало-мощные почвы горных областей, лесные песча-

ные подзолы, песчаные почвы ледникового и эолового происхождения.

Большое значение имеет частая фациальная изменчивость почвенного покрова, которая в любом климатическом поясе достаточно высока. Повсеместно от водоразделов до низких пойм, замкнутых понижений или озерных котловин отмечается закономерная смена фациального состава почв согласно ландшафтным рядам. При этом условия благоприятные для аккумуляции ЗВ, могут смениться не неблагоприятные на довольно коротком расстоянии. Но для разных областей каких-то участков больше, каких-то меньше. Давая обобщенную, мелкомасштабную характеристику, можно заключить следующее: относительно слабая аккумуляция ЗВ характерна для почв Кольского полуострова и расположенным в его пределах промышленных узлов; пониженных участков речных долин Средней Волги, Оби, Енисея, Лены. В относительно лучших условиях находятся Западно-Сибирский ПР, Красноярский узел, часть Восточно-Сибирского ПР, где почвы степные, оглеенные, суглинистые, засоленные, часто заболоченные.

Экологическое значение **зоны аэрации** так же, как и почв определяется ее способностью удерживать, накапливать, пропускать и обезвреживать ЗВ [17]. При этом немаловажное значение имеют зонально-климатические, геоструктурные особенности ее строения, литолого-петрографический состав пород мощность, проницаемость, засоленность, условия солевлагообмена (направление, динамика, состав и др.).

Зона аэрации в условиях нисходящего инфильтрационного питания почвенных растворов и вод субстрата, до уровня безнапорных подземных вод может характеризоваться более благоприятными условиями для рассеяния ЗВ по разрезу сверху вниз, а также благоприятными условиями для их окисления, т.е. разложения, особенно в песчаных и супесчаных разностях пород.

Зона аэрации территории с преимущественно испарительным режимом солевлагообмена характеризуется более высокой (чем вышерассмотренная) вероятностью накопления ЗВ, которые могут поступать с поверхности преимущественно в твердой фазе, исключение могут составить жидкие стоки. Хуже здесь и условия для самоочистки, т.к. условия восстановительные и ЗВ могут накапливаться некоторое время, не разрушаясь, особенно в условиях глинистых и суглинистых разностей пород в разрезе. Для территорий с инфильтрационным и инфильтрационно-испарительным типом водообмена вероятность загрязнения пород зоны аэрации с поверхности выше, чем для территорий с испарительным типом водообмена.

В перераспределении ЗВ в почвенно-растительном покрове и в породах зоны аэрации, помимо вышеназванных признаков, немаловажное значение имеет их проницаемость, которая устанавливается в основном на локальном уровне и зависит от пористости пород и трещин усыхания деятельности землеройных существ. Последние характерны для семиаридных зон, где служат существенными каналами солеобмена по разрезу.

При прочих равных условиях сорбционная способность пород зоны аэрации зависит от региональных и локальных условий ее дренированности, связанной зачастую с геоструктурными особенностями территории, ее расчлененно-

Наибольшей аккумулярующей способностью обладают такие элементы рельефа как замкнутые и межрядовые понижения, озерные котловины, заболоченные низины, пониженные участки речных долин, предгорные прогибы, искусственные выемки.

стью и эродированностью. По этому признаку в лучшем положении находятся ПР, расположенные в горно-складчатых условиях или на эродированных равнинах, а в худшем на аккумулятивных равнинах, плоских или пониженных (северная часть Западно-Сибирского ПР).

Литолого-петрографический состав пород зоны аэрации имеет также немаловажное значение в удержании и рассеивании ЗВ. Лучшими сорбентами считаются суглинистые разности пород, худшими – супесчаные, скальные породы. Первые распространены в южных районах России, в том числе Предкавказские; вторые в зоне распространения водно-ледниковых отложений. Песчаные разности не всегда могут считаться плохими сорбентами, так как содержание в них глинистых фракций имеет в этом случае большое значение. Так же не всегда могут считаться хорошими сорбентами суглинистые разности пород субстрата без учета их макро- и микро-трещиноватости (Ростовская область).

Тесно связана с климатическими и геоструктурными особенностями **гидрографическая обстановка (ГС)**. Ее экологическое значение определяется также способностью поверхностных вод распространять, накапливать и обезвреживать ЗВ. В большой степени роль гидрографии зависит от статей водного баланса территории и факторов его обуславливающих. При этом, как и в предыдущих случаях один и тот же фактор может быть

положительным по отношению к распределению ЗВ и отрицательным по отношению к их накоплению. Оценивая роль поверхностных водотоков в рассеивании ЗВ по территории, можно с уверенностью сказать, что в относительно хороших условиях находятся ПР горно-складчатых областей гумидных и переходных зон с превышением осадков над испарением (Уральский, Восточно-Сибирский, отдельные промышленные узлы Кольского полуострова и Восточной Сибири). В худших условиях находятся Московский ПР, так как он располагается в зоне умеренного климата, обеспечивающего достаточную водность рек, благоприятный температурный режим. Кроме того, территория Московского ПР отличается хорошей дренированностью вследствие расчлененности рельефа и наличием супесчаных разностей в водно-ледниковых комплексах пород, повсеместно расположенных в его пределах. Исключение составляют понижения, такие как Мещерская низменность, которая известна как аккумулятор ЗВ, в том числе радиоактивных.

По условиям накопления ЗВ в водных объектах в худшем положении находятся плоские заболоченные равнины и низменности с большим количеством непроточных водоемов (Санкт-Петербургский, Западно-Сибирский ПР).

Территории, благоприятные для накопления ЗВ в литосферных компонентах, в определенных ситуациях могут рассматриваться как неблагоприятные для проникновения ЗВ в **подземные воды** и наоборот. Иначе участки благоприятные для накопления ЗВ с поверхности могут считаться благоприятными для попадания их в подземные воды (первые от поверхности) через известные проницаемые окна (карстовые, суффозионные воронки и др.). Кроме этого, экологическое состояние подземных вод в рассматриваемом аспекте может определяться накоплением ЗВ, их обезвреживанием, а также рассеиванием, зависящим от скорости продвижения фронта загрязнения по водоносному горизонту [12]. Роль водовмещающих пород, как коллекторов и сорбентов рассмотрена выше.

Накопление ЗВ. В подземных водах вероятнее всего может происходить в условиях их инфильтрационного питания, при небольших мощностях зоны аэрации (до 5 м), ее хорошей проницаемости и плохой дренированности. В таких условиях находятся участки Санкт-Петербургского, Московского и Средне-Волжского ПР. В несколько лучших условиях Западно- и Восточно-Сибирские, северная часть Уральского ПР.

Скорость продвижения фронта загрязнения в подземных водах зависит от гидрогеодинамических (конвективный перенос) и гидрогеохимических (кондуктивные переносы) условий. В

первом случае существенными факторами являются направления и скорости фильтрационных потоков, во втором – градиенты минерализации подземных вод. Первое характерно для гидродинамических зон активного, второе – для зон замедленного водообмена.

Высокие скорости фильтрации подземных вод характерны для верхних структурных этажей горно-складчатых областей (Уральский, Восточно-Сибирский и др. ПР). В других случаях этого можно ожидать тогда, когда водоносные горизонты сложены песчаными и песчано-галечниковыми отложениями, закарстованными породами при расчлененном рельефе. Каждый раз скорости и направления фильтрационных потоков возможно установить при комплексной оценке гидродинамических условий в сочетании с геоструктурными, зонально-климатическими, ландшафтными и др. природными особенностями, а также при наличии крупных водозаборов и др.

Вероятность загрязнения с поверхности напорных подземных вод естественным путем ничтожно мала и обусловлена чаще всего вмешательством человека в их динамику, наличием полей фильтрации и различных могильников в изучаемом районе. Невысокая вероятность есть в местах выхода фрагментов напорных вод на дневную поверхность в областях их предполагаемого питания (Уральский, Восточно-Сибирский ПР).

По результатам анализа, рассмотренного выше, составлена мелкомасштабная комплексная картографическая модель России (см. рис.5). Природная ситуация оценивалась послойно от атмосферного слоя до почвенного горизонта сверху вниз. Причем во внимание принимались условия худшие, лучшие и средние по отношению к вероятности загрязнения природных компонентов. В качестве картографического приема нами была выбрана штриховка, плотность которой наибольшая в условиях худших и, наименьшая в лучших. Представленный образец карты составлен на основе анализа информации, характеризующей климатические, геоморфологические и ландшафтные особенности в совокупности. Тем не менее, использо-

ванный прием дает возможность проследить пространственное распределение каждого из компонентов в отдельности. Участки, которые на карте отличаются более плотной штриховкой, соответствуют площадям, где вероятность попадания ЗВ в породы зоны аэрации и подземные воды наибольшая и наоборот. Такой подход дает возможность, предварительно, наглядно оценить ситуацию в любом районе страны, а в том случае, когда в нем планируется провести какие-либо детальные, геоэкологические исследования, можно уже сказать на какие компоненты надо обратить особое внимание, какие методы работ и в каком объеме надо выполнить, какая геометрия сети наблюдений и опробования предпочтительна.

Анализ геоэкологической обстановки России позволяет сделать следующие выводы:

– инфраструктуру России образуют ПР и фрагменты ГС, в каждом из которых присутствует антропогенное влияние всех уровней, сказывающееся, прежде всего в изменении геохимического фона – наиболее важного для экологии человека;

– степень изменения геохимического фона в обоих случаях определяется интенсивностью антропогенной нагрузки, подверженностью ГС изменениям и ее защищенностью, которая оценивается как вероятность накопления, рассеивания, и дегградации (разложения ЗВ), обусловленных исходным состоянием природных компонентов, мобильностью воздушных, водных и твердых потоков вещества;

– покомпонентный анализ природной защищенности ГС от загрязнения позволяет подойти к разработке принципов геоэкологического районирования, при котором качество среды обитания человека может оцениваться наиболее оптимально;

– разработка методики геоэкологического районирования возможная в три этапа: комплексная оценка антропогенной деятельности; покомпонентное районирование ГС; коррелирование антропогенеза в изучаемых компонентах; создание выборочных и комплексных картографических моделей ПС от глобального до местного уровней; рекомендации по дальнейшему изучению ГС. ❀

Литература

1. Абрамовский В.П., Анохин Ю.А. и др. Глобальный баланс и предельно допустимые выбросы ртути в атмосферу. В кн.: Всесторонний анализ окружающей природной среды. Т. II. Сов.- амер. Симп. Гонолулу, Гавайи 20-26 окт. 1975 г. Л.: Гидрометеиздат, 1976, с. 34-48.
2. Артюшков Е.В. Новейшие поднятия земной коры на континентах как следствие резкого размягчения мантийной литосферы и ее замещения астеносферой // Фундаментальные проблемы геотектоники: В 2 т., М.: ГЕОС, 2007. С. 31-34. (Мат-лы XI Тектонич. Совещ. Т. 1).
3. Баранов В.И., Виленский А.Д. Использование свинца 210 для изучения процессов самоочищения атмосферы. – В кн.: Исследование процессов самоочищения атмосферы от радиоактивных изотопов. Вильнюс: Минтис, 1968, с. 141-150.
4. Баркин Ю.В. Вековой полярный дрейф ядра в современную эпоху: геодинамические и геофизические следствия и подтверждения // Фундаментальные проблемы геотектоники: в 2 т. М.: ГЕОС, 2007. С. 55-59. (Мат-лы XI Тектонич. Совещ. Т. 1).
5. Бембель Р.М. Эфир-геосолитонная концепция растущей Земли. Тюменский государственный нефтегазовый университет. Тюмень 2016. 369 с.
6. Большая Е.П. Экология металлургического производства: Курс лекций. - Новотроицк: НФ НИТУ "МИСиС", 2012. - 155 с.

7. Борзенкова И.И., Жильцова Е.Л., Лобанов В.А. 2011 а. Вариации климата внетропической зоны северного полушария за последние 1000 лет: анализ данных и возможных причин. - В сб. Проблемы экологического моделирования мониторинга экосистем. М., Планета. С. 131-152.
8. Будыко М.И. О возможных изменениях глобального климата. - В сб.: Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. Л., гидрометеоиздат, 1980, с. 361-366.
9. Васильев С.А. О воздействии планет и звезд на процессы, происходящие на Земле // Система «Планета Земля». XXV лет семинару Система «Планета Земля» (1994-2019). - М.: ЛЕНАНД, 2019. С. 57-98.
10. Вафин Р.Ф., Семенов В.Ф. К вопросу о методологии системного анализа при геологосъемочных исследованиях. - В сб.: Тезисы докладов II Всес. конф. «Системный подход в геологии» (теоретические и прикладные аспекты). М., 1986, с. 43-44.
11. Варченко Е.П., Бобовникова П.И., Егоров В.В. О миграции ДДТ и ГХЦГ в дерново-подзолистых почвах. Почвоведение, 1977, № 2, с. 59-62.
12. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984, 262 с.
13. Гарагаш И.А., Хортов А.В., Шлезингер А.Е. Значение серпентинизации и десерпентинизации для образования структурного плана Земли. Недропользование XXI век, № 1 (77), 2019. С. 110-116.
14. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды: Учебник / А.Н. Голицын. -М.: Оникс, 2010. - 336 с.
15. Грушко Я.М. «Вредные органические соединения в промышленных выбросах ТЭЦ в атмосферу, Издательство «Химия» Ленинград 1999 г.
16. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. Москва: Научный мир. 2001, 328 с.
17. Климас А.И., Забулис Р.М. Экспериментальное изучение движения загрязняющих веществ через зону аэрации. Разведка и охрана недр, № 8, 1974, с. 36-40.
18. Котлов Ф.В., Брашина И.А., Сипягина И.К. Город и геологические процессы. Изд-во Наука, 1967, 226 с.
19. Круть И.В. Материальные и идеальные системы как объект и предмет геологической теории и практики. - В сб.: Системный подход в геологии (теоретические и прикладные аспекты). Тез. Докл. Всес. II конф., часть I, сент. 1986, с. 12-14.
20. Кузнецов В.В. Ударная волна в ионосфере в момент землетрясения // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. Науки. 2016. № 3 (14). С. 64-71.
21. Культясов И.М. Экология растений. М.: МГУ, 1982, 380 с.
22. Никифорова Е.М., Смирнова Е.С. Тяжелые металлы в биосфере (на примере ртути и свинца). - В сб.: Географические исследования в Московском уни-те. - М.: МГУ, 1976, с. 107-113.
23. Пронин А.П., Зачернюк А.П., Башорина В.Н. Тяжелые металлы, кислотность и буферность снеговых выпаждений центральных районов европейской части России. В сб.: Геоэкологические исследования и охрана недр. Информ. Сборник 2, М. АОЗТ Геоинформмарк, 1995, с. 23-32.
24. Пыриков, А.Н. Защита окружающей среды на коксохимических предприятиях [Текст] / А.Н. Пыриков, С.В. Васнин, Б.М. Баранбаев, В.Д. Козлов. - М.: Интермет - Инжиниринг, 2000. - 176 с.
25. Ретеюм А.Ю. Рост планеты: опыт эмпирического обобщения // Система «Планета Земля». XXV лет семинару Система «Планета Земля» (1994-2019). - М.: ЛЕНАНД, 2019. С. 25-57.
26. Сидоренков Н.С. О влиянии попятного движения Солнца // Система «Планета Земля». XXV лет семинару Система «Планета Земля» (1994-2019). - М.: ЛЕНАНД, 2019. С. 17-24.
27. Сочава В.Б. Введение учения о геосистемах. Изд. Наука, Сибирское отделение, Новосибирск, 1978, 318 с.
28. Стрекозов Б.П., Грызов Г.К. К изучению летучести, динамики содержания и трансформации приоритетных загрязнителей в воздушной и водной средах. - В сб.: Компл. Глоб. Мониторинг загр. окр. среды. - Л.: Гидрометеоиздат, 1980, 173-179 с.
29. Стерман Л.С. и др. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для ВУЗов / Л.С. Стерман, В.М. Ладыгин, С.Г. Тишин. - М.: Энергоатомиздат, 1995. 195 с.
30. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и глобальные катастрофы. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. 250 с.
31. Сывороткин В.Л. Озоновый слой, дегазация Земли, рифтогенез и глобальные катастрофы. М., АО. Геоинформмарк, 1994, 68 с.
32. Третьяков А.Н. О влиянии на атмосферу предприятий теплоэнергетического комплекса / А. Н. Третьяков, Е. В. Перегудина, С. В. Азарова // Молодой ученый . — 2015 . — № 11 (91) . — [С. 562-566] . — Заглавие с экрана. — [Библиогр.: с. 566 (5 назв.)].
33. Трофимов В.Т. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т. Трофимова. - М.: Изд-во МГУ, 1997. - 368 с.
34. Трофимов В.Т., Зиллинг Д.Г. Экологическая геология // Учебник. - М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. - 415 с.
34. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. - М.: Мысль, 1978, 271 с.

UDC 504+128.9(470)

R.G. Korneva, *Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, rima@ginras.ru*

PRINCIPLES OF RESEARCH OPTIMIZATION GEOECOLOGICAL STATE OF INDUSTRIAL AREAS OF RUSSIA, TAKING INTO ACCOUNT THEIR NATURAL PROTECTION

Abstract. The ecological state in the industrial regions of Russia is determined by the intensity of the anthropogenic load and the ability of the natural environment to resist it (natural - protection). The latter depends on the ability to reduce the negative consequences, which, with the same technogenic load in different natural conditions, manifest themselves in different ways. Any economic activity fragmentarily affects all components of the natural environment located in specific climatic, geostructural, geobotanical, and other conditions. At the same time, a general idea of the ecological state of the fragment can be obtained by considering the state of each homogeneous layer and their mutual influence in natural and disturbed conditions. It is often difficult to assess the ecological state in total, since more negative conditions for the accumulation of pollutants in the atmospheric layer may be less negative for the soil and vegetation cover and water bodies, the same in different climatic, geostructural geobotanical, mountain and plain, lithologic-petrographic and other conditions. In this article, the conditions for the protection of industrial areas are considered taking into account the diversity of natural conditions in Russia. Particular attention is paid to the global level of consequences attributed to human industrial activity, which has been gaining momentum in recent decades. A model view of their distribution over area makes it possible to study them more optimally in specific areas, especially at the design stage of methods and cost investment. A model view of their distribution over area makes it possible to study them more optimally in specific areas, especially at the design stage of methods and cost investment.

Key words: legislation, regulatory documents, potable and industrial groundwater, subsoil use, licensing, reserves estimation, prospecting and exploration, water supply