

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральные государственные бюджетные образовательные учреждения
высшего образования

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ашихмина Т.В., Каверина Н.В.

Мониторинг и оценка накопленного вреда окружающей среде

Учебное пособие для ВУЗов

*Одобрено Федеральным учебно-методическим
объединением в системе высшего образования
по укрупненной группе специальностей и направлений
подготовки 05.00.00 Науки о Земле в качестве учебного
пособия для студентов образовательных организаций
высшего образования, обучающихся по основным
образовательным программам высшего образования
по направлению 05.03.06 Экология и природопользование,
уровня бакалавриат*

Воронеж

2022

УДК 504.064.36:504.062.4

ББК 20.1

А98

Рецензенты:

***кафедра промышленной экологии, оборудования химических
и нефтехимических производств***

(Воронежский государственный университет инженерных технологий)

доктор геогр. наук, профессор А.Г. Корнилов

***(Белгородский государственный национальный
исследовательский университет)***

**А98 Ашихмина Т.В., Каверина Н.В. Мониторинг и оценка
накопленного вреда окружающей среде: учебное пособие для
вузов / Т.В. Ашихмина, Н.В. Каверина. – Воронеж : Издательство
«Цифровая полиграфия», 2022. – 172 с.**

ISBN 978-5-907669-02-4

Учебное пособие подготовлено на кафедрах: техносферной и пожарной безопасности факультета инженерных систем и сооружений Воронежского государственного технического университета; геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета. Изложены теоретические аспекты проблемы накопленного вреда окружающей среде, учебно-методические материалы и практические методики эколого-аналитических исследований, необходимые для подготовки специалистов по техносферной безопасности и экологов в системе высшего образования. Приведены понятия и определения в сфере геохимических исследований накопленного вреда окружающей среде (НВОС), основы и общие принципы идентификации, механизмов формирования, картографирования и экономической оценки, а также ликвидации НВОС, разработаны комплексы тестовых, расчетных и расчетно-графических заданий в области оценки накопленного вреда окружающей среде на основе методов эколого-химического мониторинга, расчета накопленного ущерба, геоэкологического картографирования, ликвидации НВОС от объектов (территорий) размещения твердых коммунальных отходов.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: 20.03.01 – Техносферная безопасность (уровень – бакалавриат), 20.04.01 – Техносферная безопасность (уровень – магистратура), 05.03.06 – Экология и природопользование (уровень – бакалавриат), 05.04.06 – Экология и природопользование (уровень – магистратура), очной, заочной, дистанционной форм обучения.

Ил. 12. Табл. 26. Библиогр.: 98 назв.

Печатается по решению:

Ученого совета факультета инженерных систем и сооружений
Воронежского государственного технического университета
(протокол № 9 от 24.05.2022 г.)

Ученого совета факультета географии, геоэкологии и туризма
Воронежского государственного университета
(протокол № 7 от 27.06.2022 г.)

ISBN 978-5-907669-02-4

© Ашихмина Т.В., Каверина Н.В., 2022

Содержание

Предисловие	4
<u>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ</u>	6
1 Понятия и определения в сфере геохимических исследований накопленного вреда окружающей среде (НВОС)	7
2 Объекты НВОС (идентификация, инвентаризация (критерии отнесения, реестр), категорирование)	13
3 Формирование накопленного вреда окружающей среде в виде техногенных геохимических аномалий на территориях объектов размещения отходов. Мониторинг техногенных геохимических аномалий	18
4 Геоэкологическое картографирование НВОС от объектов (территорий) размещения ТКО с использованием дистанционных информационных ресурсов	39
5 Методология расчета НЭУ от объектов (территорий) размещения ТКО	59
6 Методы и технологии ликвидации накопленного экологического вреда от объектов размещения отходов, эколого-химический мониторинг загрязненных территорий	63
<u>ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ И РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ</u>	90
7 Тесты к разделу 1. Понятия и определения в сфере геохимических исследований накопленного вреда окружающей среде (НВОС)	91
8 Тесты и задания к разделу 2 Объекты НВОС (реестр, идентификация, критерии отнесения, классификация)	102
9 Задания к разделу 3. Формирование накопленного вреда окружающей среде в виде техногенных геохимических аномалий на территориях объектов размещения отходов. Мониторинг техногенных геохимических аномалий	116
10 Задания к разделу 4. Геоэкологическое картографирование НВОС от объектов (территорий) размещения ТКО с использованием дистанционных информационных ресурсов	133
11 Задания к разделу 5. Методология расчета НЭУ от объектов (территорий) размещения ТКО	137
12 Тесты к разделу 6. Методы и технологии ликвидации накопленного экологического вреда от объектов размещения отходов, эколого-химический мониторинг загрязненных территорий	148
Заключение	156
Библиографический список	157
Приложения	166

Предисловие

Антропогенное преобразование окружающей природной среды и интенсивное развитие техносферы привело человечество к появлению глобальной экологической проблемы – проблемы загрязнения окружающей среды – среды обитания человека.

Источниками поступления химических элементов (загрязняющих веществ) в различные компоненты окружающей среды являются производственные и сельскохозяйственные объекты, технические и транспортные средства, отходы производства и потребления. Распределение химических элементов в природных средах обусловлено естественными факторами миграции и приводит к образованию антропогенных ореолов и потоков рассеяния. Характеристики ореолов и потоков рассеяния — состав, степень концентрации, формы нахождения элементов, интенсивность биологического поглощения — определяют качество окружающей среды.

В результате длительного поступления химических элементов в окружающую среду вокруг источника (группы источников) загрязнения формируются зоны техногенных геохимических аномалий с повышенными, относительно фоновых значений, концентрациями химических элементов. Изменение качественного и количественного состава абиотических компонентов окружающей среды оказывает существенное воздействие на живые организмы, приводит к нарушению естественного баланса экосистем. В целом, перечисленные процессы приводят к ухудшению качества среды обитания человека. Таким образом, длительность, масштаб и экологические последствия процессов загрязнения окружающей среды позволяют отнести техногенные геохимические аномалии к накопленному вреду окружающей среде.

Важнейшими задачами исследования накопленного вреда окружающей среде в форме загрязнения ее компонентов токсичными элементами являются:

- установление источников и выявление пространственной структуры распределения и размеров зон техногенных геохимических аномалий;
- изучение механизма их воздействия на экосистемы и население;
- оценка накопленного негативного воздействия на окружающую среду.

Решение этих задач в рамках разработки природоохранных мероприятий, программ экологического мониторинга, систем защиты среды обитания требует адаптации современных методов и технологий ликвидации накопленного экологического вреда к конкретным природно-климатическим и геоэкологическим условиям его проявления.

Учебное пособие предназначено для изучения дисциплин: «Геохимия окружающей среды» направления 05.03.06 Экология и природопользование, «Системы защиты среды обитания», «Мониторинг среды обитания» направления 20.03.01 Техносферная безопасность. Целью данного учебного пособия является формирование у обучающихся:

- знания актуальных проблем техносферной безопасности;
- знания методики идентификации источников опасностей и негативного воздействия на окружающую среду;
- знания методов эколого-химического мониторинга загрязненных территорий;
- умения проводить идентификацию источников опасностей и негативного воздействия на окружающую среду;
- умения использовать теоретические основы экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде для решения прикладных задач;
- умения ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей и негативного воздействия техносферы;
- навыков расчета уровней негативных техносферных воздействий на человека и окружающую среду;
- навыков оценки накопленного негативного воздействия на окружающую среду.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

1. Понятия и определения в сфере геохимических исследований накопленного вреда окружающей среде (НВОС)

Проблема накопленного экологического вреда в форме техногенного загрязнения окружающей среды приобрела особую актуальность в двухтысячных годах. В России формирование концептуальной, нормативно-правовой основы решения проблемы НВОС началось в 2008 г. Правительством рассматривались вопросы:

- формирование нормативно-правовой и инвестиционной базы и разработка соответствующих механизмов ликвидации экологического ущерба, обусловленного антропогенным воздействием;
- содержание понятия «экологический ущерб» [9].

Впоследствии был разработан и принят ряд нормативно-правовых документов, программ, направленных на идентификацию объектов накопленного вреда окружающей среде, оценку НВОС, ликвидацию объектов НВОС.

В настоящее время в решении проблемы ликвидации накопленного вреда окружающей среде одновременно разрабатываются научно-методические принципы исследований НВОС и их понятийная база.

Используемая в сфере НВОС система терминов и понятий позволяет объединить географические, биологические, гигиенические, нормативно-правовые и экономические экологические аспекты в рамках общенаучной геохимической базы формирования систем защиты среды обитания (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Понятия и определения, применяемые в сфере накопленного вреда окружающей среде в форме геохимического загрязнения

Термин, понятие	Значение, определение
Федеральный закон от 10 января 2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [87]	
<i>Окружающая среда</i>	совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов
<i>Природная среда</i>	совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов.
<i>Компоненты природной среды</i>	земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле
<i>Природный объект</i>	естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства
<i>Природно-антропогенный объект</i>	природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение
<i>Антропогенный объект</i>	объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов
<i>Естественная экологическая система</i>	объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией
<i>Природный комплекс</i>	комплекс функционально и естественно связанных между собой природных объектов, объединенных географическими и иными соответствующими признаками
<i>Природный ландшафт</i>	территория, которая не подверглась изменению в результате хозяйственной и иной деятельности и характеризуется сочетанием определенных типов рельефа местности, почв, растительности, сформированных в единых климатических условиях
<i>Загрязняющее вещество</i>	вещество или смесь веществ и микроорганизмов, которые в количестве и (или) концентрациях, превышающих установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы, оказывают негативное воздействие на окружающую среду, жизнь, здоровье человека

Продолжение табл. 1.1

Термин, понятие	Значение, определение
<i>Вред окружающей среде</i>	негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов
<i>Накопленный вред окружающей среде</i>	вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме
<i>Объекты накопленного вреда окружающей среде</i>	территории и акватории, на которых выявлен накопленный вред окружающей среде, объекты капитального строительства и объекты размещения отходов, являющиеся источником накопленного вреда окружающей среде
Федеральный закон от 30 марта 1999 г. 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [88]	
<i>Среда обитания человека</i>	совокупность объектов, явлений и факторов окружающей (природной и искусственной) среды, определяющая условия жизнедеятельности человека
Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды [16]	
<i>Геохимическая миграция</i>	неразрывный комплекс процессов, приводящих к перераспределению химических элементов в природных телах.
<i>Депонирующие природные среды</i>	природные среды, накапливающие загрязняющие вещества (почвы, растительный покров, снеговой покров, донные отложения)
<i>Геохимическая аномалия</i>	участок территории, в пределах которого хотя бы в одном из слагающих его природных тел статистические параметры распределения химических элементов достоверно отличаются от геохимического фона
<i>Геохимический фон</i>	средняя величина природной вариации содержаний химических элементов
<i>Геохимический поток рассеяния</i>	термин, применяющийся при описании аномалий в природных средах, транспортирующих загрязняющие вещества (в водах и воздухе)
<i>Геохимический ореол рассеяния</i>	поле аномальных концентраций загрязняющих веществ и их ассоциации, отражающие воздействие на данную конкретную территорию источника загрязнения или группы источников за весь период их существования

Термин, понятие	Значение, определение
Классификация потоков и ореолов по природным средам: <i>Литохимические</i> <i>Сноухимические</i> <i>Гидрохимические</i> <i>Атмохимические</i> <i>Биогеохимические</i>	формируются в почвах, горных породах, донных отложениях формируются в снеговом покрове формируются в водах формируются в воздухе формируются в живых организмах
Типы геохимических потоков, формирующих аномалии и их источники: <i>Аэрогенные</i> <i>Гидрогенные</i> <i>Биогенные</i> <i>Вейстогенные</i> <i>Агрогенные</i>	связаны с выпадением химических элементов из воздушных потоков связаны с выпадением химических элементов из водных потоков; обусловлены концентрированием химических элементов живыми организмами; связаны с распространением отходов, внесением отходов в качестве удобрений, засыпкой отходами при строительстве; связаны с особенностями ведения сельского и лесного хозяйства — внесение удобрений, ядохимикатов, агротехническая обработка почв
Ядро ореола	зона наиболее сильного загрязнения, наблюдаемого в связи с данным источником
Периферическая часть ореолов	зона среднего и слабого загрязнения
ГОСТ Р 54003-2010 [29]	
Воздействие на окружающую среду	единовременный, периодический или постоянный процесс, последствиями которого являются негативные изменения окружающей среды
Изменение окружающей среды	обратимые или необратимые изменения состояния природных объектов и комплексов, возникающие в результате негативного воздействия на них
Экологический ущерб (вред)	негативные последствия, вызванные загрязнением окружающей среды, утратой и истощением природных ресурсов, разрушением экосистем, создающие реальную угрозу для здоровья человека, растительного и животного мира, а также для материальных ценностей
Экономическая оценка вреда, нанесенного окружающей среде	стоимостное выражение затрат, необходимых для восстановления окружающей среды до устойчивого состояния

Термин, понятие	Значение, определение
<i>Вред, нанесенный в прошлом почвам и землям</i>	изменение состояния почв и земель, приводящее к частичной или полной утрате их способности выполнять свои природные и экологические функции в результате неправомерных действий, в том числе запечатывание территории при осуществлении хозяйственной или иной деятельности в прошлом
<i>Вредное вещество</i>	любой химический элемент и его соединения, которые при попадании в окружающую среду способны негативно воздействовать на здоровье людей, экосистемы, флору и фауну, в связи с чем они подлежат контролю в соответствии с международными договорами государства
<i>Загрязнение почв и земель</i>	поступление в почвы и земли химических и других вредных веществ, загрязнений, инородных предметов, вызывающих ухудшение качества почв и земель, что негативно воздействует на другие компоненты природной и антропогенной сред
<i>Почвогрунт</i>	обладающая плодородием почвенная масса, созданная искусственно, или плодородный слой, снятый с поверхности земельного участка или привнесенный на него
<i>Запечатывание территории</i>	покрытие поверхности территории водо- и воздухонепроницаемыми материалами вследствие застройки, асфальтирования и иной деятельности, негативно воздействующей на другие компоненты природной и антропогенной сред
<i>Захламление почв и земель</i>	размещение на поверхности почвы или в толще земли отходов производства и потребления, а также других инородных предметов, которые ухудшают качество почв и земель
<i>Негативное воздействие на окружающую среду</i>	любое отрицательное изменение окружающей среды, полностью или частично являющееся результатом воздействия на нее объекта хозяйственной деятельности людей
<i>Нанесенный в прошлом экологический ущерб; исторические загрязнения</i>	последствия хозяйственной деятельности людей в местах дислокации предприятий и организаций, которая осуществлялась в прошлом и обусловила нынешнее загрязнение территорий, наносящих вред окружающей среде и препятствующих использованию их в коммерческих и хозяйственных целях
<i>Загрязненная территория</i>	место с установленными географическими границами, на котором деятельность под управлением организации осуществлялась в прошлом и на котором остались отходы, сбросы, негативно влияющие на окружающую среду
<i>Оценка ущерба от загрязнения окружающей среды</i>	определение всех видов прямых и косвенных потерь, связанных с последствиями любого загрязнения окружающей среды
<i>Паспорт загрязненной в прошлом территории</i>	технический документ, содержащий актуальные и достоверные сведения о площади, масштабах и видах загрязнения территории в результате прошлой хозяйственной деятельности организаций, разрабатываемый уполномоченным органом охраны окружающей среды и утверждаемый администрацией соответствующего муниципального образования

Термин, понятие	Значение, определение
Ответственность за нанесенный в прошлом экологический ущерб	выраженная в денежных единицах стоимость ликвидации, уменьшения последствий и компенсации ущерба, нанесенного в прошлом окружающей среде, здоровью населения, имуществу предприятий и граждан
Рекультивация земель	работы по восстановлению плодородия земель, утраченного в результате вынужденного нарушения в процессах техногенной деятельности или в силу биоестественных причин
Экологическая безопасность объекта (субъекта); экобезопасность	сохранение и результат обеспечения защиты жизненно важных интересов людей, общества, государства и окружающей среды от негативных воздействий антропогенного и природного характера
ГОСТ 27593-88 Почвы. Термины и определения [27]	
Почва	самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия
Почвенный покров	совокупность почв, покрывающих земную поверхность
ГОСТ 30772-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения [28]	
Загрязнение	привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических агентов, приводящих к превышению в рассматриваемое время естественного среднесноголетнего уровня концентраций перечисленных агентов в среде и, как следствие, к негативным воздействиям на людей и окружающую среду

2. Объекты НВОС (идентификация, инвентаризация (критерии отнесения, реестр), категорирование)

Согласно ст. 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» объектом НВОС является объект капитального строительства и (или) другой объект, а также их совокупность, объединенные единым назначением и (или) неразрывно связанные физически или технологически и расположенные в пределах одного или нескольких земельных участков [87]. То есть, существуют 2 ключевых признака единого объекта НВОС, которые следует учитывать при его идентификации:

- единое назначение;
- неразрывная физическая или технологическая связанность.

Для идентификации объекта в качестве объекта НВОС, достаточно одного из приведенных признаков.

Неразрывная технологическая связанность совокупности объектов заключается в невозможности осуществления хозяйственной и (или) иной деятельности с использованием объекта НВОС или возникновении существенных затруднений при ее осуществлении в случае отсутствия хотя бы одного из объектов совокупности, составляющей объект НВОС.

Для инвентаризации объектов прошлого экологического ущерба используются критерии, заложенные в ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.12.2016 г. [89]:

- объект прошлого экологического ущерба не имеет собственника (бесхозный объект);
- объект прошлого экологического ущерба находится в публичной собственности (собственности Российской Федерации, собственности субъекта Российской Федерации, муниципальной собственности или в неразграниченной государственной собственности);
- объект прошлого экологического ущерба располагается непосредственно на территории действующего хозяйствующего субъекта или рядом с ним, но юрлицо или физлицо, допустившее нанесение экологического ущерба, не может быть установлено и привлечено к ответственности в связи со значительным сроком давности нанесения данного экологического ущерба (со времен существования СССР).

Учет объектов НВОС осуществляется посредством их включения в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде (далее – ГРОНВОС). ГРОНВОС заполняется согласно Правилам ведения государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде [70].

Министерство природных ресурсов и экологии РФ формирует ГРОНВОС на основе представленных материалов выявления и оценки объектов (далее – материалы). После рассмотрения материалов принимается решение о включении или об отказе включения объектов в ГРОНВОС, далее происходит категорирование объектов, обновление информации о них или удаление из ГРОНВОС.

Информация, содержащаяся в государственном реестре, находится в открытом доступе на официальном сайте Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [63].

Подать заявление в Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации о включении объекта в ГРОНВОС могут федеральные органы исполнительной власти, органы государственной власти субъектов Российской Федерации или органы местного самоуправления [87]. Информация об объекте, необходимая для указания в заявлении, представлена в Приложении 1. Дополнительно предоставляются материалы идентификации и оценки объекта.

В течение 30 рабочих дней со дня поступления заявления Министерство природных ресурсов и экологии РФ принимает решение о включении объекта в ГРОНВОС или об отказе с указанием причин.

Основанием для отказа во включении объекта в государственный реестр является:

- а) непредставление информации и (или) материалов;
- б) предоставление недостоверной информации и (или) материалов.

После включения объектов в ГРОНВОС проводится процедура их категорирования, позволяющая определить приоритетность проведения работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде и принятия неотложных мер.

Приоритетность работ устанавливается на основании Приказа Министерства природных ресурсов и экологии РФ «Об утверждении критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке» [72].

При необходимости изменения, дополнения, уточнения информации, указанной в заявлении и (или) в материалах, заявитель должен направить в Минприроды РФ актуализированные данные об объекте.

Решение об изменении информации об объекте и внесении изменений в ГРОНВОС принимается Министерством природных ресурсов и экологии РФ в течение 30 рабочих дней.

Объект подлежит исключению из ГРОНВОС на основании документов, подтверждающих ликвидацию НВОС, предоставленных заявителем, в течение 30 рабочих дней.

Среди основных причин возникновения накопленного экологического ущерба можно назвать следующие:

- ускоренное социально-экономическое развитие страны в советский период;
- процессы интенсивной индустриализации и экстенсивной добычи природных ресурсов;
- значительная плотность промышленного производства;
- высокая степень износа основных фондов;
- технологическая отсталость;

– накопление загрязняющих веществ в почвах (землях), обусловленное их депонирующими характеристиками и особенностями биогеохимических процессов;

– значительное количество бесхозных или экономически непривлекательных активов, характеризующихся высокой степенью загрязнения, в результате широкомасштабной приватизации в 90-х годах XX в.

На распределение НВОС и, соответственно, отраслей промышленности, являющихся его источниками, по территории РФ оказывают влияние географические характеристики и природно-ресурсные условия, влияющие на размещение.

Выделяют следующие типы накопленного экологического вреда:

1. Последствия прошлой хозяйственной деятельности добывающей и горно-обогатительной промышленности;

2. Нефтесодержащие загрязнения;

3. Накопленный экологический ущерб (НЭУ) обрабатывающей промышленности;

4. НЭУ от объектов размещения твердых коммунальных отходов (ТКО);

5. Экологический ущерб, накопленный в процессе хозяйственной и иной деятельности в Арктической зоне РФ;

6. Экологический ущерб, связанный с захламлением прибрежных территорий;

7. НЭУ, обусловленный доконвенционной работой по уничтожению химического оружия.

Отходы, накопленные в результате прошлой хозяйственной деятельности добывающей и горно-обогатительной промышленности размещены на локальных территориях в отвалах и хвостохранилищах. Такие объекты размещения отходов не имеют хозяина, а территории, на которых они расположены, находятся в государственной или муниципальной собственности.

Такая проблема наиболее выражена в Забайкальском крае, в Кемеровской, Свердловской областях, в Республике Саха (Якутия). В особую категорию обозначенной проблемы можно выделить бесхозные торфоразработки и скважины.

К объектам НЭУ относятся также территории, загрязненные нефтью и нефтепродуктами, образовавшиеся в результате хозяйственной деятельности по добыче, транспортировке, переработке углеводородного сырья, эксплуатации объектов размещения горюче-смазочных материалов.

Ароматическая фракция углеводородов содержит полициклические углеводороды, в том числе бенз-а-пирен, обладающий выраженными канцерогенными и мутагенными свойствами. Являясь чрезвычайно устойчивыми к разложению в окружающей среде, полициклические углеводороды через пищевые цепочки экосистем распространяются на значительные расстояния, накапливаясь в рыбе, животных и воде. Попадая в

организм человека, данные соединения накапливаются в жировых тканях, вызывая генетические мутации и уродства у новорожденных.

Объекты НЭУ обрабатывающей (прежде всего химической) промышленности включают загрязненные территории, на которых расположены частично или полностью разрушенные промплощадки бывших химических производств, включающих также объекты размещения (шламонакопители) химических отходов. Загрязняющие токсичные вещества присутствуют также в строительных конструкциях, технологическом оборудовании. В настоящее время условия размещения таких объектов не соответствуют нормам промышленной и экологической безопасности и являются источником негативного воздействия на прилегающие территории.

Территории, занятые объектами хранения и захоронения ТКО. Накопленный экологический вред на таких объектах обусловлен длительностью складирования отходов и соответственно превышением проектной мощности, эмиссиями загрязняющих веществ в процессе эксплуатации, несоблюдением природоохранных требований, аварийными ситуациями, сопровождающимися залповыми выбросами токсичных веществ в окружающую среду. Объекты хранения и захоронения ТКО, как правило, располагаются достаточно близко к населенным пунктам, что значительно ухудшает качество экологических условий проживания населения.

Накопленный экологический ущерб в Арктической зоне РФ обусловлен отходами, накопившимися в результате прошлой хозяйственной деятельности. Прежде всего это свалки пустых контейнеров и склады горюче-смазочных материалов. Помимо захламления территории опасность представляют процессы коррозии, в результате которых происходит разлив нефтепродуктов и загрязнение грунтов и вод.

Уровень загрязнения почв отдельных арктических островов превышает экологические нормативы в 100 – 200 раз, а среднее суммарное содержание полициклических ароматических углеводородов, содержащихся в маслах и технических жидкостях, в несколько раз превышает значение допустимых концентраций. Опасность возрастает за счет процессов глобального потепления и разрушения вечной мерзлоты, которая ранее в некоторой степени сдерживала распространение загрязняющих веществ в водной среде [65]. Таким образом, восстановление экосистемы Арктической зоны требует особого подхода с учетом экстремальных природных условий и высокой уязвимости арктической природной среды.

НЭУ на прибрежных территориях сформировался в результате скопления значительного количества брошенных затопленных вследствие сокращения флотов морских транспортных средств.

НЭУ, связанный с доконвенционным обращением с химическим оружием. Формирование экологического ущерба обусловлено совокупностью факторов:

- воздействие технологий разработки и производства химоружия на окружающую среду;
- размещение отходов от ликвидации химоружия на специализированных полигонах;
- отсутствие мероприятий по реабилитации загрязненных территорий, ликвидации экотоксикантов и полупродуктов разложения отравляющих веществ в почве, донных осадках поверхностных водных объектов.

Необходимо отметить, что общая площадь земель, загрязненных при уничтожении химического оружия, относительно невелика, однако данные территории характеризуются высокой степенью опасности для окружающей среды и человека.

В постановлении Правительства РФ, утвердившем правила ведения ГРОНВОС, указано [70]:

«После включения объекта в государственный реестр Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации осуществляется категорирование объекта в целях обоснования очередности проведения работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде и принятия неотложных мер.

Критерии выделения приоритетных объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке, и сроки категорирования объектов устанавливаются Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации».

Используя результаты исследований отечественных и зарубежных экспертов, Минприроды России разработало семь критериев, по которым можно оценить степень опасности (категорию) объекта НВОС для природной среды и населения. Эти критерии, а также их численные значения утверждены приказом Минприроды России [72].

3. Формирование накопленного вреда окружающей среде в виде техногенных геохимических аномалий на территориях объектов размещения отходов. Мониторинг техногенных геохимических аномалий

Обеспечение экобезопасного обращения с отходами производства и потребления является одной из самых актуальных проблем современности. Сложившаяся в нашей стране практика долговременного размещения отходов на локальных территориях привела к формированию значительного количества объектов накопленного вреда окружающей среде [9] (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Виды объектов размещения отходов производства и потребления

Назначение объектов размещения отходов	Виды объектов размещения отходов
Хранение отходов добычи и обогащения природных ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> – отвалы отходов добычи полезных ископаемых; – отвалы отходов обогащения полезных ископаемых; – хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов.
Хранение отходов, образующихся в обрабатывающих и иных производствах	<ul style="list-style-type: none"> – отвалы отходов обрабатывающих производств; – отвалы отходов производства электроэнергии и пара; – хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов; – хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов.
Захоронение отходов добывающих, обрабатывающих и иных производств	<ul style="list-style-type: none"> – полигоны приповерхностного захоронения жидких и разжиженных отходов; – системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов при захоронении в пласт-коллектор; – системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов при захоронении в подземный резервуар; – системы подземного захоронения твердых и отвержденных отходов.
Захоронение твердых коммунальных отходов	– объекты захоронения твердых коммунальных отходов

Привнесение антропогенных компонентов (в данном случае отходов) в окружающую среду, их химическая и биологическая трансформация, сопровождающаяся появлением и миграцией новых химических соединений, формируют зоны геохимических аномалий.

Характерной особенностью таких территорий является превышение содержания химических веществ относительно фоновых концентраций в различных компонентах окружающей среды, а также появление новых, неспецифичных для природных сред, соединений.

Механизм формирования антропогенной геохимической аномалии включает три составляющих:

1. Источник – объект, на котором накапливаются, преобразуются и «выбрасываются» в окружающую среду различные химические соединения.

2. Геохимическая миграция – совокупность физико-химических процессов, в результате которых изменяются структура, форма нахождения, подвижность химических элементов, способствующих их перераспределению в природных средах.

3. Взаимодействие элементов с транспортирующей их средой, в результате которого происходит концентрирование и осаждение элементов, перевод их в неподвижное структурное состояние, адаптированное к новым внешним условиям.

Все природные системы, участвующие в миграции химических элементов, выполняют одновременно функции транспортирующей и вмещающей среды. Процесс геохимической миграции может сопровождаться рассеянием химических элементов или их концентрированием, а также их разбавлением или осаждением. Концентрирование химических элементов происходит в случае резкого замедления транспортирующего потока или его составных частей. Такая ситуация складывается на участках, называемых геохимическими барьерами. Таким образом, процесс перемещения элементов от источника до геохимического барьера можно назвать миграционным потоком вещества.

Природные среды (почвы, растительный покров, снеговой покров, донные отложения), в которых происходит накопление загрязняющих веществ, являются депонирующими.

Интенсивность миграции загрязняющих веществ между природными компонентами зависит от физических, физико-химических и биологических свойств природных систем, определяющих скорости трансформации элементов в подвижное состояние, скорости их транспорта и осаждения.

В итоге интенсивность миграции определяется ландшафтно-геохимическими условиями – сочетанием гидрометеорологических, литолого-геохимических и почвенно-ботанических характеристик конкретной территории.

Механизм формирования геохимической аномалии рассмотрим более подробно на примере объектов размещения твердых коммунальных отходов (ТКО).

На официально зарегистрированных полигонах ТКО и на несанкционированных свалках накапливаются одни и те же отходы, значительную часть которых составляют органические компоненты (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Морфологический состав твердых коммунальных отходов в разных климатических зонах [82,83]

Морфологический состав ТКО Компонент	Доля (по массе) видов ТКО в разных климатических зонах, %		
	средняя полоса	южная полоса	северная полоса
Пищевые отходы	35-45	40-49	32-39
Бумага, картон	32-35	22-30	26-35
Дерево	1-2	1-2	2-5
Черный металлолом	3-4	2-3	3-4
Цветной металлолом	0,5-1,5	0,5-1,5	0,5-1,5
Текстиль	3-5	3-5	4-6
Кости	1-2	1-2	1-2
Стекло	2-3	2-3	4-6
Кожа, резина	0,5-1	1	2-3
Камни, штукатурка	0,5-1	1	1-3
Пластмасса	3-4	3-6	3-4
Прочее	1-2	3-5	1-2
Отсев (менее 15 мм)	5-7	6-8	4-6

Присутствие большого количества органики на полигонах и свалках ТКО позволяет рассматривать их как биокосные системы с вертикальной зональной структурой. Верхняя зона характеризуется аэробными условиями, ниже формируется переходная зона, а затем анаэробная. Геохимические процессы в этих зонах имеют особенности, обусловленные сложившимися условиями (рис. 3.1).

Зона	Процессы	Продукты
Аэробная	Биохимическое расщепление органических соединений (глубина до 1 м)	↑ CO ₂ + летучие органические вещества ↓ Водорастворимые соли Ca ²⁺ , K ⁺ , тяжелые металлы
Переходная	Гумификация органических веществ денитрификация оксидов азота (глубина 1-1,5 м)	↑ CO ₂ , NO ₂ , N ₂ ↓ Фульвовая кислота, фульваты тяжелых металлов
Анаэробная	Гидролиз органических веществ, устойчивых в верхней зоне, сбраживание продуктов гидролиза (глубина >2,5 м)	↑ CO ₂ , CH ₄ , H ₂ S, H ₂ , NH ₃ , легколетучие углеводороды, органические соединения тяжелых металлов ↓ Гуминовые и фульвовые кислоты, органические кислоты, спирты, соли угольной и серной кислоты, NH ₄ , органический азот, галогензамещенные углеводороды

Рис. 3.1. Вертикальная зональная структура объекта размещения ТКО [8]

Границы **аэробной зоны** распространяются примерно на 1 м в глубину тела полигона и определяются глубиной проникновения кислорода. Для этой зоны характерно наличие кислорода, развитие микробиологических аэробных процессов. Для аэробной зоны полигона ТКО наиболее важными являются процессы разложения органических веществ. Основные химические процессы, протекающие в аэробной зоне, представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Химические процессы трансформации основных компонентов отходов в аэробной зоне полигона [32]

Процессы трансформации компонентов отходов	Химические реакции	Продукты реакции
Разложение органических вещ-в: окисление целлюлозы и пектиновых веществ	$(C_6H_{10}O_5)_n + 1/2nH_2O \xrightarrow{\text{целлюлоза}} 1/2nC_{12}H_{22}O_{11}$ $1/2nC_{12}H_{22}O_{11} + 1/2nH_2O \xrightarrow{\text{целлюлоза}} nC_4H_{12}O_6$ $C_4H_{12}O_6 + 6H_2O = 6CO_2 + 6H_2O$	$\uparrow CO_2$ $\downarrow H_2O$
Окисление жиров	$2C_3H_8O_3 + 7O_2 = 6CO_2 + 8H_2O$ глицерин $C_{17}H_{35}COOH + 26O_2 = 18CO_2 + 18H_2O$	$\uparrow CO_2$ $\downarrow H_2O$
Окисление предельных углеводов	$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ $R-CH_2 \xrightarrow{[O]} R-CH_2OH \xrightarrow{[O]} R-CHO \xrightarrow{[O]} R-COOH \xrightarrow{[O]} CO_2 + H_2O$	$\uparrow CO_2$ $\downarrow H_2O$
Окисление ароматических углеводов и их производных	$2C_6H_6 + 15O_2 = 12CO_2 + 6H_2O$ $C_6H_5OH + 7O_2 = 6CO_2 + 3H_2O$	$\uparrow CO_2$ $\downarrow H_2O$
Аммонификация	$RCHNH_2COOH + H_2O \rightarrow RCHONCOOH + NH_3$ $RCHNH_3COOH + O_2 \rightarrow RCOOH + NH_3 + CO_2$	$\uparrow CO_2, NH_3$ $\downarrow H_2O$, орг. к-ты, соли азотной к-ты
Нитрификация	$2NH_3 + O_2 = 2HNO_2 + 2H_2O - \Delta H$ $(NH_4)_2CO_3 + 3O_2 = 2NH_2 + CO_2 + 3H_2O$ $2HNO_2 + O_2 = 2HNO_3 - \Delta H$	$\uparrow CO_2, \downarrow H_2O$, соли азотной и азотистой к-т
Окисление органических серосодержащих соединений	$3HOOCCH(NH_2)CH_2S_2CH_2CH(NH_2)COOH + 3O_2 \rightarrow$ $H_2S_4O_6 + 2S + 6NH_4OH + 2CO_2 + 2H_2O$ $3CH_2(SCH_3)CH_2CH(NH_2)COOH + O_2 + 2H_2O \rightarrow$ $3CH_3CH_2COCOON + 3NH_3 + C_3H_5SH + (CH_3)_2S_2 + CO_2$	$\uparrow CO_2, NH_3$, $H_2S, \downarrow H_2O$, орг. к-ты
Окисление минеральных соединений серы	$2H_2S + O_2 = 2S + 2H_2O$ $2S + 3O_2 + 2H_2O = 2H_2SO_4$ $2FeS_2 + 2H_2O + 7O_2 = 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$ и далее $4FeSO_4 + 2H_2SO_4 + O_2 = 2Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$ $PbS + 2O_2 = PbSO_4$ $ZnS + 2O_2 = ZnSO_4$	\uparrow $\downarrow H_2O$, серная к-та, соли серной к-ты

Химические процессы трансформации органического компонента отходов происходят при активном участии различных микроорганизмов и их ферментов (естественные катализаторы белковой природы).

Для аэробной зоны характерны следующие биохимические процессы:

– ферментативный гидролиз целлюлозы по схеме: целлюлоза – сахарид целлобиоза – глюкоза – пировиноградная кислота – CO_2 и H_2O ;

– разрушение пектиновых веществ плесневыми грибами в процессе ферментативного гидролиза, который завершается образованием водорастворимых веществ, а затем CO_2 и H_2O ;

– гидролиз жиров, осуществляемый ферментом липазой, приводит к образованию глицерина и жирных кислот, которые затем трансформируются до CO_2 и H_2O ;

– микробиологическое разложение предельных углеводов до метана или сложных углеводов нефти. Трансформация метана в диоксид углерода и воду осуществляется метаноокисляющими микроорганизмами *Methanomonas*;

– разложение соединений ароматического ряда (бензол, фенол и их гомологи и т.д.) специфическими, устойчивыми к токсичности веществ, микроорганизмами (например, бактериям рода *Pseudomonas*). Полное окисление этих соединений происходит в водной среде с достаточным количеством O_2 . В этом случае конечными продуктами разложения являются CO_2 и H_2O без промежуточных продуктов;

– ферментативное протеолитическое расщепление белков на пептидные цепочки и отдельные аминокислоты;

– разложение аминокислот микроорганизмами-аммонификаторами с образованием аммиака (процесс аммонификации);

– процесс нитрификации осуществляется в две стадии: 1) окисление аммиака нитритными бактериями *Nitrosomonas* до азотистой кислоты, 2) окисление нитритов до нитратов осуществляется нитратными бактериями *Bact.nitrobacter*;

– микробная минерализация серосодержащих аминокислот с образованием сероводорода, свободной серы, солей серной кислоты, метилмеркаптана, диметилсульфида;

– окисление минеральных соединений серы (сероводорода) под воздействием серобактерий, которое сопровождается (при наличии в воде растворенного кислорода) разрушением металлических компонентов отходов. В результате образуются сульфаты металлов и серная кислота, также подвергающиеся дальнейшей трансформации различными группами бактерий в процессах: окисления закисного железа; разложения органических комплексов железа и марганца; окисления сульфидов металлов; выщелачивания (извлечения химических элементов или их соединений из руд, концентратов, техногенного сырья с помощью микроорганизмов [3]) металлов.

Таким образом, в результате трансформации органических соединений образуется большое количество органических кислот и диоксида углерода, а также газообразных соединений тяжелых металлов. При этом повышается кислотность жидкой фазы (рН изменяется от 7,5 до 5-4) и, соответственно, происходит повышение подвижности

неорганических соединений, в том числе тяжелых металлов, которые легко переходят в раствор.

Вследствие большой интенсивности биохимических и химических экзотермических реакций происходит рост температуры тела полигона до 90-100 °С. В сформировавшихся таким образом условиях существенно повышается вероятность возгорания отходов.

В аэробной зоне формируются разнонаправленные миграционные потоки: восходящие (CO_2 , летучие органические соединения, летучие соединения тяжелых металлов) и нисходящие в переходную зону (водорастворимые соли кальция, калия, тяжелых металлов).

Переходная зона формируется на глубине 1 – 2,5 м. Ее отличает более слабое развитие аэробных микроорганизмов. Преимущественные биохимические реакции:

- гумификация органических соединений, сопровождающаяся образованием угольной и фульвовых кислот, комплексных соединений – фульватов тяжелых металлов;
- денитрификация оксидов азота с образованием NO_2 и N_2 ;
- переход К, F и других биофильных элементов в раствор.

Восходящий миграционный поток включает углекислый газ, диоксид азота, молекулярный азот; нисходящий поток содержит фульвокислоты, фульваты тяжелых металлов, ионы калия, кальция, анионы фосфорной кислоты PO_4^{3-} и т.д.

Анаэробная зона начинается на глубине 2,5 м и располагается в более глубоких слоях тела полигона.

Разложение органических веществ – компонентов ТКО – в анаэробных условиях существенно отличается от разложения в аэробных условиях. Анаэробные микроорганизмы не используют молекулы кислорода воздуха для окисления органических веществ, а получают нужную для жизнедеятельности энергию в результате расщепления органических веществ, преимущественно углеводов и органических кислот, с образованием более простых продуктов разложения. Процесс разложения органического вещества протекает крайне медленно [26].

Общим направлением биохимических процессов является брожение. Разложение органических веществ в анаэробных условиях идет с участием различных микроорганизмов, ступенчато и, как правило, не до конечных продуктов [13].

В анаэробной среде развиваются специфические анаэробные бактерии, которые осуществляют гидролиз целлюлозы, пектинов и других органических соединений, устойчивых к кислородным условиям. Продуктами такого гидролиза являются низкомолекулярные соединения, например, сахар, которые подвергаются сбраживанию с образованием водорода, угольной, уксусной и других органических кислот (табл. 3.4).

Химические процессы трансформации основных компонентов отходов в анаэробной зоне полигона

24

Образуются также алифатические и ароматические органические соединения, которые при наличии в составе отходов активного хлора или брома трансформируются в галогензамещенные углеводороды.

Основным процессом анаэробной зоны является брожение, в результате которого сложные органические углеродсодержащие вещества трансформируются в более простые. Исходными продуктами брожения обычно являются углеводы (полисахариды, сахара, клетчатка и др.), конечными продуктами – органические кислоты и спирты.

Типичным примером анаэробного преобразования углеводов является маслянокислое брожение с участием бактерий рода *Clostridium*. Продуктами такого брожения являются масляная и уксусная органические кислоты, этиловый и бутиловый спирты, водород и углекислый газ.

Наиболее распространенным полисахаридом является целлюлоза (клетчатка). В природных условиях ее сбраживание осуществляют целлюлозные бактерии рода *Clostridium*. Целлюлозному сбраживанию подвергаются любые вещества, содержащие клетчатку – растительные остатки, бумага, вата, картон, хлопчатобумажные ткани и др.

Химизм сбраживания целлюлозы аналогичен маслянокислому сбраживанию, конечными продуктами являются уксусная, масляная, молочная кислоты, этиловый спирт, водород и углекислый газ.

Другие сложные полисахариды – пектины – подвергаются гидролизу с образованием галактуроновой кислоты, галактозы, арабинозы, ксилозы, которые подвергаются маслянокислому брожению, в результате которого образуются масляная, уксусная кислоты, водород, диоксид углерода и спирты.

Сбраживание углеводов происходит не только с участием маслянокислых бактерий, но также молочнокислыми бактериями (*Lactobacillus*) и дрожжами (*Saccharomyces*) (спиртовое брожение). Процессы спиртового брожения происходят при анаэробном разложении продуктов хлебопечения, виноделия. Основной продукт спиртового брожения – этиловый спирт.

Жиры, присутствующие в анаэробной зоне, труднее поддаются сбраживанию, чем углеводы. Под действием фермента липаза они расщепляются на глицерин и жирные кислоты, последние активно сбраживаются в присутствии других органических веществ.

Сбраживание белков проходит в несколько этапов. На первом происходит гидролиз белков в присутствии протеолитических ферментов – процесс протеолиза. В результате белки распадаются на отдельные аминокислоты, которые затем сбраживаются под действием бактерий рода *Clostridium* до органических кислот жирного ряда.

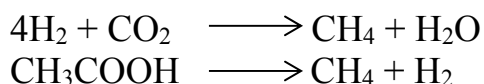
В анаэробных условиях продолжают процессы аммонификации белковых соединений при участии микроорганизмов – реакции дезаминирования аминокислот (гидролитическое с участием воды и восстановительное с участием водорода). А также протекают процессы

денитрификации – восстановление нитратов до свободного азота с участием денитрифицирующих микроорганизмов.

В анаэробных условиях продолжается микробиологический процесс разложения серосодержащих белков. Например, цистеин в анаэробных условиях разлагается микроорганизмами с образованием сероводорода.

Основной путь образования H_2S при разложении твердых коммунальных отходов – это микробиологическое восстановление сульфатов в процессе сульфатредукции. Возбудители процесса – сульфатредуцирующие бактерии – способны получать энергию, окисляя водород, а также простые органические вещества, кислоты, спирты, углеводы. Продуктами реакции являются сероводород и уксусная кислота или углекислота.

Угольная и уксусная кислоты являются источником углерода для метановых бактерий [42]:



Метанообразование – это конечная стадия биогенеза в негорящих свалках ТКО. В случае когда в анаэробную зону из вышележащих слоев поступает SO_4 , происходит активизация сульфатовосстанавливающих бактерий, образующих сероводород.

Таким образом, можно выделить следующие основные фазы анаэробной биодеструкции отходов:

- гидролиз - биодеструкция легкоразлагаемых фракций ТКО с образованием длинноцепных и разветвленных жирных кислот, аминокислот, глицерина, полисахаридов, аммиака, гидролиз целлюлозосодержащих отходов (бумага, садово-парковые отходы, древесина);
- ацидогенез, или сбраживание до простых соединений (низших кислот и спиртов, H_2 , CO_2);
- ацетогенез: образуется уксусная кислота, H_2 , CO_2 ;
- метаногенез, синтез биогаза;
- снижение биологической активности;
- полная ассимиляция [98].

При анаэробном разложении отходов в состав восходящего газового потока входят CO_2 , CH_4 , H_2S ; одновременно с ними в атмосферу поступают легколетучие углеводороды и органические соединения тяжелых металлов. Нисходящий поток содержит гуминовую, фульвовую кислоты, фульваты тяжелых металлов, угольную и другие органические кислоты.

В анаэробной зоне резко снижается содержание сульфатов, химическое (ХПК) и биологическое (БПК_5) потребление кислорода, но возрастает количество азотных соединений (NH_4 , органический азот). Выделение органических кислот сменяется образованием других органических соединений, включая бензол, этилбензол, толуол, ксилол, дихлорметан и др. [34]. Интенсивность экзотермических химических реакций в этой зоне снижается, температура падает и составляет 40 – 60 °С.

Наполняющаяся свалка ТКО непрерывно развивается: биохимические процессы в ней сменяют друг друга во времени и пространстве. В результате границы между зонами смещаются вверх. Со временем свалка ТКО превращается в инертное тело.

В течение всего периода трансформации отходов в теле полигона происходят процессы формирования фильтрационных вод: выделение воды в процессе химических реакций, проникновение атмосферных осадков в толщу отходов, таяние снега, поверхностный сток, искусственное орошение отходов в пожароопасный период. Фильтрат обогащен значительным количеством разнообразных химических соединений, его миграционный поток имеет нисходящее направление.

Таким образом, на протяжении жизненного цикла объекта размещения отходов формируются газообразные и водные эмиссии.

В составе газообразных эмиссий, или биогазов, как правило, доминируют метан и диоксид углерода (углекислый газ).

Можно также обнаружить в них органические и неорганические соединения, относящиеся к алканам, циклоалканам, алкенам, циклоалкенам и ароматическим углеводородам, галогенированные соединения (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Состав свалочного газа [77]

Класс соединений	Соединение	Содержание в биогазе	Класс опасности
Алканы	метан	44 – 66 %	4
	этан	0,8 – 48,0 мг/м ³	4
	пропан	1,4 – 13,0 мг/м ³	4
	бутан	0,03 – 23,0 мг/м ³	4
	пентан	0,0 – 12,0 мг/м ³	4
	Гексан	3,0 – 18,0 мг/м ³	4
	гептан	3,0 – 8,0 мг/м ³	4
	октан	0,05 – 75,0 мг/м ³	4
	нонан	0,05 – 400,0 мг/м ³	4
	Декан (изодекан)	0,2 – 137,0 мг/м ³	4
	ундекан	7,0 – 48,0 мг/м ³	4
	додекан	2,0 – 4,0 мг/м ³	4
	тридекан	0,2 – 1,0 мг/м ³	4
	2-метилпентан	0,02 – 1,5 мг/м ³	–
	3-метилпентан	0,02 – 1,5 мг/м ³	–
	2-метилгексан	0,04 – 13,0 мг/м ³	–
	3-метилгексан	0,04 – 16,0 мг/м ³	–
	2-метилгептан	0,05 – 2,5 мг/м ³	–
	3-метилгептан	0,05 – 2,5 мг/м ³	–
Циклоалканы	циклогексан	0,03 – 11,0 мг/м ³	4
	Бицикло-3.1.0-гексан 2.2 метил-5-метилэтил	12,0 – 153,0 мг/ м ³	–

Класс соединений	Соединение	Содержание в биогазе	Класс опасности
Алкены	Этен	0,7 – 31,0 мг/м ³	3
	Пропен	0,04 – 10,0 мг/м ³	3
	Бутен	1,0 – 21,0 мг/ м ³	4
Циклоалкены	Циклогексен	2,0 – 6,0 мг/ м ³	–
	Бицикло-3.2.1-октан-2.3-метил-4-метилен	15,0 – 350,0 мг/ м ³	–
Ароматические углеводороды	Бензол	0,03 – 7,0 мг/ м ³	2
	Толуол	0,2 – 615,0 мг/ м ³	3
	Диметилбензол	0,2 – 7,0 мг/ м ³	3
	Изопропилбензол	0,0 – 32,0 мг/ м ³	4
	1.3.5-метилбензол	10,0 – 25,0 мг/ м ³	–
Галогенированные углеводороды	Дихлорметан	0,0 – 6,0 мг/ м ³	4
	Трихлорметан	0,0 – 2,0 мг/ м ³	2
	Тетрахлорметан	0,0 – 0,6 мг/ м ³	2
	Хлорэтан	0,0 – 264,0 мг/ м ³	4
	Дихлорэтан	0,0 – 294,0 мг/ м ³	2
	Трихлорэтан	0,0 – 182,0 мг/ м ³	–
	1.1.1-трихлоэтан	0,5 – 4,0 мг/ м ³	4
	Дихлодифторметан	4,0 – 119,0 мг/ м ³	4
	Трихлорфторметан	1,0 – 84,0 мг/ м ³	4
	Хлобензол	0,0 – 0,2 мг/ м ³	3
	Суммарное содержание хлора	25,0 – 40,0 мг/ м ³	2
Другие вещества	Диоксид углерода	30 – 50 %	4
	Оксид углерода	0,03 %	4
	Аммиак	0,0 – 0,1 %	4
	Сероводород	200 мг/м ³	2

Основная часть выделяющихся газообразных химических соединений, например, линейных, разветвленных и циклических алканов, относится к веществам 4-го класса опасности. Однако среди свалочного газа могут быть вещества 3-го (например, этен, пропен, диметилбензол, толуол) и даже 2-го классов опасности (например, бензол, трихлорметан, дихлорметан, тетрахлорметан, сероводород). Особенно много опасных веществ может образоваться в ТКО с большим содержанием хлорсодержащих полимеров и пластиков — поливинилхлорида и поливинилиденхлорида. При несанкционированном размещении на полигоне ТКО люминисцентных ламп в свалочном газе могут появиться пары ртути.

Для дренажных вод полигонов ТКО характерно высокое содержание органических и неорганических веществ (растворенных и взвешенных) — как тех, что изначально присутствовали в ТКО, так и компонентов их разложения. Фильтрат может также содержать большое количество

биологически опасных компонентов, например, патогенных микроорганизмов.

Фильтрат каждого накопителя отходов на разных этапах образования может содержать разные компоненты различных концентраций (табл. 3.6). Но общим для всех образцов фильтрата является присутствие в них органических веществ, биологически трудно окисляемых микроорганизмами, например, хлорсодержащих соединений и аммонийных солей, вследствие чего фильтрат обладает весьма высокими показателями химического потребления кислорода (ХПК) и биологического потребления кислорода (БПК).

Таблица 3.6

Состав фильтрата полигона ТКО [8]

Компоненты	Концентрация, мг/дм ³	ПДК _{водоотвед}	ПДК _{рыб-хоз}
аммоний	270 – 2323	2	0,5
нитраты	553,8 – 18600	Не норм.	40
хлориды	465 – 500	1000	300
сульфаты	30	1000	100
натрий	50	Не норм.	120
кальций	240	Не норм.	180
магний	76	Не норм.	40
железо	2,6 – 28,9	5	0,1
медь	0,15 – 0,43	1	0,001
марганец	1,7 – 9,09	1	0,01
барий	0,13	Не норм.	0,74
ртуть	0,0008	0,005	
свинец	0,16 – 0,68	0,25	0,06
кадмий	0,023 – 0,04	0,015	0,005
хром (VI)	0,26-22,11	0,05	0,02
бор	2,5	Не норм.	0,1
Сухой остаток	9962 – 40105	Не норм.	Не норм.
ХПК	370 – 1960	500	6
БПК ₅	74 – 108	300	2,1
рН	7,5 – 8,5	6 – 9	фон

ПДК_{водоотвед} – максимально допустимые значения нормативных показателей концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих в системы водоотведения [68].

ПДК_{рыб-хоз} – нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения [73].

Содержание в фильтрате отдельных опасных химических веществ, например, фенола или нефтепродуктов, а также солей тяжелых металлов (марганца, хрома, свинца, кадмия, никеля и меди) может в десятки и даже сотни раз превышать их ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения. Может наблюдаться многократное

превышение ПДК производных щелочных и щелочноземельных металлов и некоторых органических соединений, имеющих класс опасности не выше 4.

Процесс накопления и трансформации отходов на полигоне или свалке сопровождается процессами геохимической миграции продуктов преобразования отходов.

Каждая миграционная природная система является одновременно транспортирующей и вмещающей средой. В результате геохимической миграции может происходить как рассеяние химических элементов, так и их концентрирование. Процесс рассеяния химических элементов обуславливается их разбавлением или осаждением из транспортирующих потоков. Процесс концентрации происходит в случаях, когда в силу тех или иных физических или химических причин скорость транспортирующего потока в целом или скорость перемещения каких-либо составных частиц потока резко уменьшается. Такие участки являются геохимическими барьерами. Вся система от источника поставки элементов до геохимического барьера может быть названа миграционным потоком или цепью распространения загрязняющего вещества.

Интенсивность миграции определяется скоростью обмена, перераспределения химических элементов между компонентами природной среды. Она зависит от физических, физико-химических и биологических свойств природных систем, обуславливающих то или иное соотношение между скоростями перехода элементов в мобильное состояние и скоростями их транспорта и осаждения.

В конечном счете интенсивность миграции зависит от ландшафтно-геохимических условий, т.е. от специфики сочетания гидрометеорологических, литолого-геохимических и почвенно-ботанических характеристик конкретной территории. Численно интенсивность миграции может быть выражена в виде какого-либо индекса или коэффициента, т.е. относительного показателя, сопоставляющего содержание химических элементов или их объемную концентрацию в фиксированном наблюдении, месте или моменте времени по отношению к такому же состоянию природного объекта, принимаемого за базовый.

В случае роста содержания элемента в изучаемом природном теле в ходе распределения или миграции рассчитывается коэффициент концентрации (накопления), а в случае уменьшения содержаний в этих процессах — коэффициент рассеяния (выноса или разубоживания в зависимости от механизма явления). В качестве базового принимается фоновое содержание — среднее содержание химических элементов в природных телах по данным изучения их естественной вариации (статистических параметров распределения) в пределах однородного в геологическом или (и) ландшафтно-геохимическом отношении участка.

Коэффициенты концентрации, подсчитанные по отношению к геохимическому фону, называются коэффициентами аномальности (контрастности). Коэффициенты концентрации, подсчитанные по

отношению к среднему содержанию химического элемента в литосфере (кларку), в какой-либо геохимической системе (почве, горной породе, растительности и т.д.) или ее таксономической части (тип почвы, тип горной породы и т.д.) называются кларками концентрации.

Применительно к объекту размещения отходов производится:

1. Расчет объемов биогаза по Методике расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов [2].

2. Расчет выбросов токсичных веществ в атмосферу при возгорании отходов производится согласно временным рекомендациям по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твердых бытовых отходов и размера предъявляемого иска за загрязнение атмосферного воздуха [15].

3. Расчет объемов фильтрата согласно Рекомендациям Госстроя России [1].

4. Расчет и мониторинг рассеивания загрязняющих веществ от источника в атмосферном воздухе согласно Методам расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, утв. приказом Минприроды России от 6 июня 2017 года № 273 [60].

5. Расчет осаждения загрязняющих веществ производится с учетом агрегатного состояния вещества (твердое, жидкое, газообразное), а также с учетом механизма осаждения – гравитационный, сухой, вымывание осадками.

Загрязняющая примесь после своего поступления в атмосферу подвергается воздействию ряда процессов, приводящих к постепенному изменению ее свойств. С течением времени аэрозольные частицы примеси коагулируют между собой и с частицами аэрозолей естественного происхождения, крупные частицы и агломераты подвергаются седиментации, газы сорбируются на аэрозолях. В результате значительная часть загрязняющей примеси обычно оказывается сорбированной на частицах атмосферной пыли и приобретает свойства этих аэрозолей [81].

Гравитационное осаждение твердых частиц происходит под действием силы тяжести. Для расчета осаждения используется безразмерный коэффициент F , учитывающий скорость гравитационного оседания указанных частиц на подстилающую поверхность. Согласно [60] величина коэффициента F принимается: а) для газообразных ЗВ и мелкодисперсных аэрозолей диаметром не более 10 мкм $F = 1$; б) для аэрозолей (за исключением мелкодисперсных аэрозолей диаметром не более 10 мкм) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % – 2; от 75 до 90 % – 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки – 3.

Сухое осаждение осуществляется главным образом вследствие того, что в непосредственной близости к поверхности находится тонкий слой воздуха толщиной от 10 до 100 мкм. Так как этот слой практически неподвижен, проникающие в него частицы или газы вследствие броуновского движения входят в непосредственный контакт и

взаимодействие с частицами почвы или растительностью. Вследствие такого взаимодействия (химические реакции, физическая или химическая сорбция) загрязняющие вещества выводятся из указанного тонкого пограничного слоя воздуха. Влияние пограничного фиксированного слоя может быть и несущественным при протекании интенсивного турбулентного обмена в более высоких слоях воздуха, способствующего увеличению поступления газов или аэрозолей в фиксированный слой, в котором в дальнейшем происходит их убыль одним из указанных выше способов.

Таким образом, наблюдается направленный поток загрязняющих веществ из атмосферы в фиксированный слой воздуха, а затем непосредственно на подстилающую поверхность.

На процесс вымывания оказывают влияние тип осадков и их интенсивность, а также природа вымываемого соединения, размеры аэрозольных частиц, растворимость газов.

Когда какое-нибудь тело (например, дождевая капля) проходит через некоторый объем воздуха, то частицы воздуха расходятся перед ним, увлекая за собой аэрозоли. Однако некоторая доля аэрозолей из-за инерции, электрического притяжения или молекулярной диффузии пересечет линии тока и столкнется с телом. Эта доля называется эффективностью столкновения. Контакт с телом еще не гарантирует захвата частицы. Некоторая часть частиц может отскочить от тела и вновь будет вовлечена в огибающий его поток воздуха. Доля всех частиц, столкнувшихся с телом и оставшихся на нем, составляет эффективность прилипания частиц. Произведение эффективностей столкновения и прилипания дает коэффициент захвата данных частиц движущимся телом. Если 50 частиц из 100, находящихся на пути капли, сталкиваются с ней, но вымывается только 20, то эффективность столкновения равна 0,5, эффективность прилипания – 0,4, а коэффициент захвата – 0,2.

Эффективность столкновения часто выражается как функция безразмерного параметра, который носит название числа Стокса и выводится из уравнения движения частицы в вязкой среде.

$$Stk = \frac{4a^2\rho u}{9\mu D}, \quad (3.1)$$

где: a – радиус частицы, ρ – ее плотность, μ – вязкость воздуха, u/D – отношение скорости падающего тела к его диаметру. В случае дождя u и D связаны между собой, а μ почти постоянно, поэтому эффективность столкновения (или коэффициент захвата при полном прилипании частицы к капле) выражается функциональной зависимостью

$$E = f(a^2 \rho; D). \quad (3.2)$$

6. Расчет и мониторинг миграции загрязняющих веществ в почво-грунтах.

Почвы в своем составе имеют как минеральные, так и органические составляющие. Благодаря такому составу они могут активно

взаимодействовать с различными загрязняющими веществами, такими как аммиак, хлор, различные минеральные и органические кислоты и основания, жидкие углеводороды, выступая в качестве сорбента для техно- и биогенных загрязнений. Органоминеральный комплекс почв, обладая определенной сорбционной емкостью, способствует аккумуляции загрязняющих веществ. Глубина почвенного слоя зависит от многих факторов (географических, климатических и др.) и может составлять от 0,2 до 1,0 м.

Через почвенный слой происходит медленное проникновение загрязняющего вещества, в том числе и с осадковыми водами, к потоку, который формируется за счет притока поверхностных и подземных вод. В процессе миграции загрязняющее вещество подвергается продольной и поперечной гидродисперсии, химической и биохимической трансформации.

Для решения задач количественного описания процессов миграции загрязнений в почво-грунтах существует несколько подходов:

- *макроскопический*, позволяющий представить систему в виде протяженной гомогенной среды, имеющей макроскопические характеристики, которые можно определить с помощью методов математического и физического моделирования [44; 90];

- *микроскопический*, основанный на описании процесса переноса веществ на уровне порового пространства, детализируя структуру пористой среды; модели, получаемые на основе данного подхода, часто называют математическими моделями с «двойной пористостью» [33; 97; 62];

- *молекулярный* предполагает рассмотрение дисперсной системы как комплекса молекул, ионов и атомов, взаимодействие которых подчиняется законам классической или квантовой механики [91].

Для прогноза переноса веществ в почвогрунтах используется первый подход, который основан на представлении о движении жидкой фазы почвы как сплошной среды с осредненными характеристиками потоков компонентов этой фазы. К основным факторам, оказывающим существенное влияние на миграцию ингредиентов, относятся конвективный перенос, диффузия и сорбционные процессы [45].

Поток в вертикальной плоскости двумерный, основной конвективно-диффузионный перенос ингредиентов в нем происходит в вертикальном направлении. В горизонтальном направлении – вдоль оси ОХ, а вдоль оси ОУ – за счет поперечной гидродисперсии [92; 79].

Миграцию загрязняющих веществ в почвогрунтах можно описать уравнением:

$$n \frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - D_y \frac{\partial^2 C}{\partial t^2} - V \frac{\partial C}{\partial x} - \frac{\partial N_1}{\partial t} - \frac{\partial N_1}{\partial t}, \quad (3.3)$$

где: $C(x,y,t)$ – соответственно массовая концентрация загрязняющего вещества в фильтрате; x – вертикальная координата (ось ОХ направлена вниз от поверхности почвы); y – горизонтальная координата; D_x , D_y – коэффициенты конвективной диффузии, учитывающие продольное и поперечное рассеяние загрязняющего вещества в потоке, V – скорость

фильтрации; t – время; $n = n_a (1 + \alpha) / \alpha$ – эффективная пористость (n_a – активная пористость, α – коэффициент распределения вещества); N_1, N_2 – массовое содержание загрязняющего и разложившегося вещества соответственно; ∂ – производная.

При условии малой составляющей поперечного рассеивания в почвогрунтах отток загрязнений вдоль оси ОУ пренебрежимо мал. Поэтому расчет миграции загрязнений можно проводить, применяя одномерную модель ($D_x = D, D_y = 0$) [48].

Мониторинг загрязнения почв и грунтов включает следующие этапы:

- разработка схемы полевых исследований с учетом воздушного и водного переносов загрязняющих веществ от объекта;
- отбор проб и их лабораторный анализ;
- картографическое нанесение ореола, определение площади и глубины загрязнения;
- определение наиболее опасных загрязняющих веществ;
- расчет ущерба почвам.

Этапы мониторинга почв показаны в Методических рекомендациях по выявлению деградированных и загрязненных земель [55].

7. Расчет и мониторинг миграции загрязняющих веществ в подземных водах.

Для оценки распространения химических веществ (ХВ) в подземных водах существует большое количество математических моделей, основанных на решении уравнения турбулентной диффузии [93; 76,78].

Механизм выявления областей загрязнения подземных вод в районах техногенных объектов, оценки уровня загрязнения подземных вод изложены в Методических рекомендациях по выявлению и оценке загрязнения подземных вод [56].

Мониторинг загрязнения подземных вод включает следующие этапы:

- разработка схемы полевых исследований с учетом водного переноса загрязняющих веществ от объекта;
- определение глубины геологического профиля местности;
- определение глубины залегания и направления потока подземных вод;
- отбор проб и их лабораторный анализ;
- картографическое нанесение ореола, определение площади загрязнения;
- определение наиболее опасных загрязняющих веществ;
- расчет ущерба подземным водам.

Методика мониторинга подземных вод изложена в Методических рекомендациях [57,58].

8. Расчет коэффициентов аномальности (контрастности), кларка концентрации.

Миграция загрязняющих веществ от объекта размещения отходов происходит различными путями:

- за счет перемещения воздушных масс;
- в результате разлива фильтрационных вод на подстилающую поверхность и просачивания воды через слои почвы и грунта;
- вследствие попадания фильтрата в грунтовые и подземные воды с последующим перемещением загрязняющих веществ по их потоку.

В первых двух случаях депонирующими средами для загрязняющих веществ являются почвы и грунты на территории объекта размещения отходов и прилегающей к нему. В третьем варианте загрязняющие вещества могут осаждаться во вмещающих подземные воды породах, а также в донных отложениях поверхностных водных объектов в местах разгрузки подземных вод.

Таким образом, эколого-геохимическое изучение почв является весьма важным и показательным, поскольку именно почвы отражают осредненный за достаточно длительное время, накопленный (кумулятивный) эффект загрязнения окружающей среды. Экогеохимическое опробование почв, как правило, выполняется путем литогеохимических съемок с отбором проб из верхнего слоя почвы, наиболее подверженного техногенному загрязнению, на глубину до 5 см. При этом в пробу обычно попадает материал обогащенных органическим веществом горизонтов А0 (грубогумусового слоя) и А1 (собственно гумусового). Однако на участках, где осуществляется земледелие, почвы опробуются на глубину пахотного слоя $A_{\text{пах}}$. (до 20 – 30 см). Чтобы сгладить микронеоднородности распределения элементов в почвах и, таким образом, повысить надежность данных, на каждой точке целесообразно отбирать сборную пробу, состоящую из нескольких (обычно 3 – 5) частных проб, взятых неподалеку друг от друга. После того как пробы подготовлены к анализу и затем проанализированы, по содержаниям элементов в m пробах, отобранных в пределах какого-либо локального участка или площадки съемки, целесообразно вычислить среднее содержание и именно его использовать для дальнейших расчетов количественных показателей загрязнения почвы [18].

Нормальный естественный уровень содержания элемента в почвах характеризуется среднефоновым содержанием $C_{\text{ф}}$, которое отвечает типичному среднему уровню содержаний элемента в почвах соответствующего типа в изучаемом районе за пределами участков существенного техногенного и (или) природного загрязнения. При отсутствии данных по конкретному району работ в качестве $C_{\text{ф}}$ берут среднее содержание элемента в почвах мира (то есть кларк почв $C_{\text{к}}$).

Чтобы оценить, является ли содержание элемента в исследуемой почве нормальным (фоновым или околофоновым), избыточным (выше среднефоновое) или дефицитным (ниже среднефоновое), используется *коэффициент концентрации* – численный показатель, вычисляемый как отношение содержания элемента в данной точке (либо среднего содержания в пределах локального участка) к среднефоновому содержанию:

$$K_C = C/C_\phi. \quad (3.4)$$

В том случае, когда исходными данными для числителя являются средние содержания элементов, вычисленные по этой формуле величины коэффициентов концентрации тоже будут представлять собой средние значения для изучаемой площадки опробования.

Если элемент загрязняет почву, накапливаясь в ней, то $K_C > 1$. Существуют явные аномалии, контрастность которых составляет десятки и сотни единиц геохимического фона, выявление и интерпретация которых производится сравнительно просто, и слабые аномалии, для идентификации которых привлекаются статистические критерии. Выделение геохимических аномалий проводится по величине порога аномальности (минимально аномальному значению K_{Cma}) – наименьшему значению содержания химического элемента, которое можно считать с некоторой степенью вероятности выходящим за пределы колебания фона. K_{Cma} определяется погрешностью определения среднего содержания элемента, складывающейся из погрешностей опробования в связи с микронеоднородностями распределения элемента в почве, а также погрешностями подготовки проб к анализу и их анализа.

Если в качестве среднего содержания взято среднее геометрическое или медианное значение, а погрешность геохимической съемки охарактеризована стандартным множителем $\varepsilon_{погр}$, который является антилогарифмом среднеквадратической погрешности логарифмов определяемых содержаний, то с доверительной вероятностью более 99 %

$$K_{Cma} = \varepsilon_{погр}^{3/\sqrt{m}}, \quad (3.5)$$

где: m – количество проб, по результатам анализа которых определено среднее содержание C для данной площадки опробования.

В том случае, если $K_C \geq K_{Cma}$, можно быть уверенным, что факт накопления химического элемента в почве установлен статистически надежно. В том случае, когда $K_C \leq 1/K_{Cma}$, статистически надежно установлен дефицит элемента по сравнению с нормальным уровнем. Если же $1/K_{Cma} \leq K_C \leq K_{Cma}$, то можно утверждать, что содержание элемента в пределах данной площадки опробования от фонового отличается несущественно (статистически незначимо). Обычно величина погрешности геохимической съемки рассчитывается по результатам двукратного (первичного и повторного) опробования в ряде точек съемки. В тех же случаях, когда конкретная величина $\varepsilon_{погр}$ не определялась, целесообразно принять численное значение предельной допустимой погрешности геохимической съемки, которое равно 1,80.

По содержаниям тех элементов, для которых имеются установленные значения ПДК или ОДК, вычисляются также значения *коэффициентов концентрации по ПДК (ОДК)*:

$$K_{\text{ПДК}} = C / C_{\text{ПДК}}, \quad (3.6)$$

где: в качестве допустимой концентрации $C_{\text{ПДК}}$ используется значение ПДК или, при его отсутствии, ОДК. Почвы можно считать незагрязненными или в допустимых пределах загрязненными данным элементом, если для него $K_{\text{ПДК}} \leq 1$.

Суммарный показатель загрязнения почв Z_c характеризует надфоновое накопление группы химических элементов и рассчитывается по формуле

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1), \quad (3.7)$$

где: n – количество элементов, коэффициенты концентрации которых суммируются. При этом в расчет суммы вовлекаются K_c только тех элементов, для которых факт превышения фонового содержания установлен статистически надежно, т.е. $K_c \geq K_{\text{сма}}$. Суммарный показатель загрязнения обычно вычисляют по всем тем элементам, определявшимся в почвах, которые отнесены к первому, второму или третьему классам опасности, либо отдельные значения суммарных показателей по группам элементов соответствующих классов опасности. В настоящее время классы опасности в почвах установлены для следующих элементов (табл. 3.7, 3.8):

- 1-й класс (чрезвычайно опасные элементы): Hg, Pb, Zn, Cd, As, Se, F;
- 2-й класс (высоко опасные): Cu, Ni, Co, Cr, Mo, Sb, B;
- 3-й класс (умеренно опасные): Mn, V, W, Sr, Ba.

Таблица 3.7

Критерии оценки загрязнения почв

Уровень загрязнения	Химические элементы				
	K _c	K _{пдк} /одк			Z _c
		Класс опасности			
		1	2	3	
Минимальный (либо загрязнение отсутствует)	<4	<1	<1	<1	<8
Низкий (слабый)	4 – 8	1 – 1,5	1 – 2,5	1 – 5	8 – 16
Средний (умеренный)	8 – 16	1,5 – 2,5	2,5 – 5	5 – 10	16 – 32
Высокий (сильный)	16 – 32	2,5 – 3	5 – 10	10 – 20	32 – 128
Очень высокий (чрезвычайно сильный)	>32	>3	>10	>20	>128

Для характеристики элементного состава геохимических почвенных аномалий используются *формулы ассоциаций элементов-загрязнителей*. В формулу включаются элементы с $K_c \geq K_{\text{сма}}$, при этом выписываются символы аномально накапливающихся элементов в порядке убывания их коэффициентов концентрации, численные значения которых указываются в виде индексов. Символы элементов, содержания которых превышают ПДК

(ОДК), желательно выделять жирным шрифтом или подчеркиванием. Например: **Hg₅₆** – **Pb₂₈** – **Zn₁₃** – Cu_{2,9} – Ni_{1,8}.

Таблица 3.8

Показатели для оценки загрязнения почв

Химический элемент	Класс опасности для почв	ПДК, мг/кг	ОДК для разных почв			Кларки почв Ск, мг/кг
			песчано- супесчаных, мг/кг	глинисто-суглинистых		
				кислых, мг/кг	нейтральных, мг/кг	
Zn	1	н.д.	55	110	220	70
As	1	2	2	5	10	5
Cd	1	н.д.	0,5	1	2	0,3
Hg	1	2,1	н.д.	н.д.	н.д.	0,05
Pb	1	32	32	65	130	17
F	1	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	200
Se	1	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	0,3
Cr	2	90	н.д.	н.д.	н.д.	80
B	2	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	30
Co	2	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	10
Ni	2	н.д.	20	40	80	20
Cu	2	н.д.	33	66	132	25
Mo	2	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	1,2
Sb	2	4,5	н.д.	н.д.	н.д.	0,5
V	3	150	н.д.	н.д.	н.д.	90
Sr	3	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	240
Ba	3	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	500

Примечание: н.д. – нет данных.

Геохимический спектр позволяет отобразить элементный состав выявленной техногенной почвенной аномалии в виде графика, на котором по горизонтальной оси откладываются символы химических элементов, желательно в порядке убывания их коэффициентов концентрации, а по вертикальной оси – соответствующие значения коэффициентов концентрации. При этом геохимический спектр включает K_C всех элементов, в том числе тех, содержания которых ниже фона, т.е. $K_C < 1$. При большом разбросе значений K_C разных элементов график получается более наглядным, если для вертикальной оси использовать логарифмический масштаб.

На основе рассмотренных выше показателей и геохимического спектра дается общее заключение о характере, уровне и экологической опасности загрязнения почв изученного локального участка в соответствии с принятыми критериями.

4. Основы геоэкологического картографирования НВОС с использованием цифровых картографических ресурсов

Объекты размещения отходов являются по своей природе техногенными, но их длительное расположение в конкретных природно-климатических и ландшафтных условиях способствует формированию антропогенных геоэкологических систем, находящихся в постоянной взаимосвязи с компонентами окружающей среды [96]. Таким образом, оценка накопленного экологического вреда от техногенного объекта должна проводиться комплексно, начиная с анализа геоэкологических условий расположения объекта, установления его взаимосвязей с окружающей средой и определения приоритетных негативных экологических последствий существования этого объекта в конкретных природно-климатических и ландшафтных условиях. Наиболее полное представление о состоянии окружающей природной среды в районе расположения техногенного объекта можно получить по данным геохимического мониторинга, по результатам экологической диагностики территорий с использованием геосистемного и эколого-географического подходов. Большое значение в данной работе имеет метод геоэкологического картографирования.

Основное назначение геоэкологического картографирования – разработка различных природоохранных карт, в которых отражены природно-климатические, природно-ландшафтные, геоэкологические условия, испытывающие значительные техногенные воздействия. Кроме того, к объектам геоэкологического картографирования относятся: динамическое развитие природных процессов, компоненты природных и антропогенных геоэкологических систем и, в целом, эти системы. На тематических (отраслевых) геоэкологических картах отражаются отдельные проявления антропогенных воздействий (виды загрязнений, характер загрязнителей в различных средах, геохимические показатели и т.п.), а также синергетические эффекты и общее состояние геоэкосистем всех уровней. Такие карты служат основой для разработки эффективных природоохранных решений.

Основные принципы геоэкологического картографирования [36]:

- принцип системного анализа-синтеза подразумевает идентификацию, мониторинг и картографирование структуры, состава, функционирования, динамики и эволюции природных и антропогенных геоэкосистем;

- эволюционно-генетический – необходимость поиска временных и генетических характеристик изучаемых объектов, процессов и явлений в системе «природа – население – хозяйство», их анализа и картографирования;

- факторальный принцип направлен на поиск, выявление и исследование причинно-следственных взаимосвязей между составляющими геоэкосистемы (т.е. определение системообразующих связей);

- структурно-морфологический принцип подразумевает исследование морфологических параметров изучаемого объекта, его компонентного состава и взаимосвязей между отдельными элементами - подсистемами;

- процессуально-динамический принцип отражает необходимость изучения процессов функционирования энерго- и массообмена в геоэкологической системе (природной или антропогенной).

В современных условиях представляется целесообразным включение принципа приоритетности антропоцентрического подхода при оценке любой экологической ситуации [39].

Основой технологии эколого-геохимического картографирования является иерархический подход, который определяет последовательность съемок с укрупнением их масштаба: обзорные – масштаб 1:5 000 000 и мельче; мелкомасштабные - региональные работы – масштаб от 1:2 500 000 до 1:500 000; среднемасштабные – от 1:200 000 до 1:100 000); крупномасштабные – от 1: 50 000 до 1: 25 000; детальные – масштаб 1: 10 000 и крупнее [19].

Региональное эколого-геохимическое картографирование проводится для оценки характера и интенсивности воздействия на окружающую среду крупных промышленных агломераций и отдельных особо крупных источников загрязнения (нефтяных бассейнов и др.), площадь которых составляет десятки – сотни тысяч км². Цель такого картографирования – перспективное планирование природоохранной деятельности на региональном уровне.

Среднемасштабное картографирование проводится в целях выделения районов и узлов техногенного загрязнения, вызываемого территориально-промышленными комплексами, площадь которых варьирует от сотен до тысяч квадратных километров.

Назначение крупного и детального картографирования – оценка качества окружающей среды территорий с различными видами хозяйственного освоения и специализацией (урбанизированных, сельскохозяйственных, горнорудных и др.), прежде всего в районах с критической и чрезвычайной экологической обстановкой площадью сотни квадратных километров и менее [12].

Геоэкологическое картографирование осуществляется на основе использования различных данных, источниками которых являются:

- картографические материалы – топографические, обзорные, тематические карты и атласы, материалы топографических аэрофотосъемок. Наиболее значимыми из картографических материалов являются тематические научно-справочные карты – ландшафтные, карты использования земель, плотности населения, карты, отражающие загрязнение, нарушения и деградацию окружающей среды;

- специализированные карты, предоставляющие возможность оценки и прогноза развития природных явлений – инженерно-геологические, почвенно-мелиоративные, карты просадочности лессовых пород, эрозионной и дефляционной опасности, селеопасных районов и др.;

- материалы дистанционных космических фотосъемок и аэрофотосъемок (аэрокосмического зондирования), применение которых позволяет выявить структуру землепользования, ареалы нарушения, загрязнения и деградации компонентов природной среды, например, пастбищную дигрессию, водную эрозию, засоление почв, гари, вырубки и др.;
- статистические данные (о загрязнении окружающей среды, о состоянии здоровья населения, социально-экономические показатели);
- справочно-литературная информация (научные экологические, географические, геологические, биологические, почвенные, земельные, с/х и др. публикации);
- материалы государственных органов – Министерства природных ресурсов, министерства сельского хозяйства, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и др.;
- отчеты научных и учебных учреждений, проводящих научно-исследовательские работы экологической направленности;
- оперативные сообщения СМИ по экологическим проблемам, имеющие достоверный характер.

Несмотря на большое количество информации о взаимодействии природной и антропогенной составляющих окружающей среды, отсутствует система комплексного геоэкологического мониторинга, что требует особого внимания к анализу, обобщению и оценке информации, получаемой с отраслевых и комплексных географических карт и космических (топографических) фотоснимков. Большое значение в создании системы геоэкологического мониторинга, в первую очередь в геоэкологическом картографировании, имеет использование ГИС-технологий и создание геоинформационной системы (ГИС), обеспечивающей все этапы изучения и картографирования экологических проблем и ситуаций.

Геоэкологическое картографирование включает разработку разнообразных тематических карт.

Карты антропогенных воздействий на природную среду

Антропогенные воздействия – разнообразные формы влияния и давления, оказываемые человеком на природную среду в процессе его жизни и хозяйственной деятельности, приводящие к тем или иным изменениям в окружающей среде. Антропогенное воздействие может быть направлено как на отдельные компоненты природы, так и на природные комплексы в целом, вызывая их существенную трансформацию. Внешний, видимый признак антропогенного воздействия – вид использования земель и фоновая плотность населения. Результаты антропогенного воздействия могут быть позитивными (рекультивация земель) или негативными (возникновение экологических или природоохранных проблем, требующих применения соответствующих природоохранных мер) [4].

В картографировании антропогенного воздействия на окружающую среду применяются два основных подхода:

1. Отображение на картах антропогенной нагрузки - количественной и качественной меры антропогенного воздействия (количественные показатели антропогенного воздействия, отнесенные, как правило, к единице площади). К числу распространенных индикаторов антропогенной нагрузки относятся объем выбросов и сбросов на единицу площади, доля распаханых земель, количество вносимых в почву удобрений и пестицидов на единицу площади пашни и др. Применяются и интегральные индексы антропогенной нагрузки, обобщающие несколько показателей, например, коэффициенты абсолютной и относительной напряженности эколого-хозяйственного состояния территории, отражающие соотношение земель с разным уровнем антропогенной нагрузки (рис. 4.1).

Районирование Воронежской области по величине антропогенной нагрузки на природную среду



Рис. 4.1. Карта антропогенной нагрузки [43]

2. Картографирование источников антропогенного воздействия: площадных, точечных и линейных.

Площадный источник воздействия на окружающую среду (рассредоточенный, диффузный) – неорганизованный источник воздействия, линейные размеры которого влияют на оценку изменения качества окружающей среды в рассматриваемых расчетных точках, например, места неорганизованного размещения и захоронения отходов, производственные корпуса и площадки в целом, промышленные районы.

Источник воздействия на окружающую среду точечный – источник воздействия, линейные размеры которого не оказывают влияния на оценку качества окружающей среды в рассматриваемых расчетных точках, например, выбросные трубы с круглым или прямоугольным устьем, организованные выпуски сточных вод [86].

На картах площадные источники воздействия выделяют контурами в масштабе карты (рис. 4.2). Наиболее часто используются следующие способы картографического изображения: качественный фон, ареалы, локализованные значки.

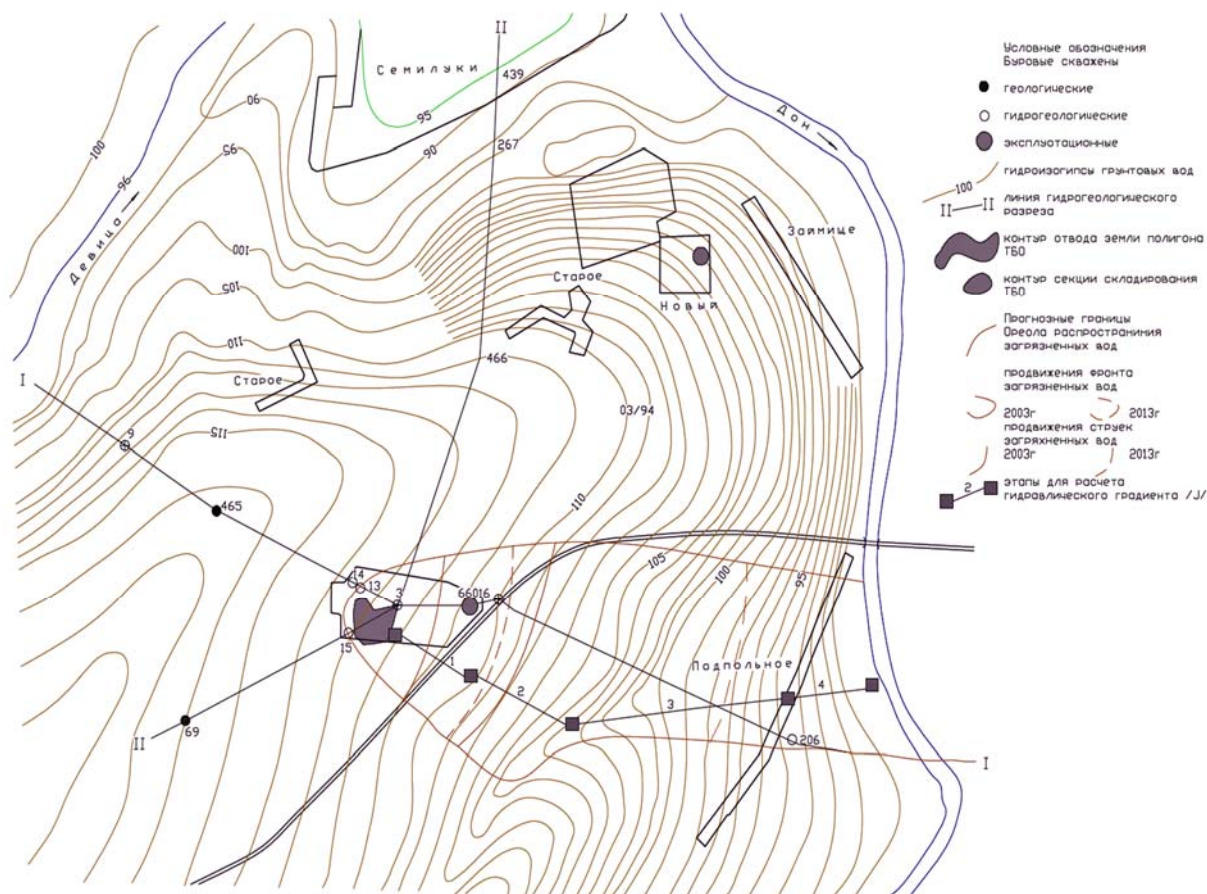


Рис. 4.2. Карта-схема расположения площадных источников загрязнения и прогнозируемого продвижения загрязненных грунтовых вод в окрестностях полигона ТКО [6]

Точечные источники воздействиями выражаются на карте в виде точки. Удобны и наглядны локализованные значки (структурные круговые диаграммы), позволяющие детализировать характеристику очагов техногенного воздействия (количество выбросов и сбросов, степень очистки, ингредиенты) (рис. 4.3).

Линейные источники представляют собой, как правило, транспортные объекты – авто- и железные дороги, трубопроводы, каналы, ЛЭП – изображаются с помощью линейных знаков, отличающихся по рисунку, цвету и ширине (рис. 4.4).

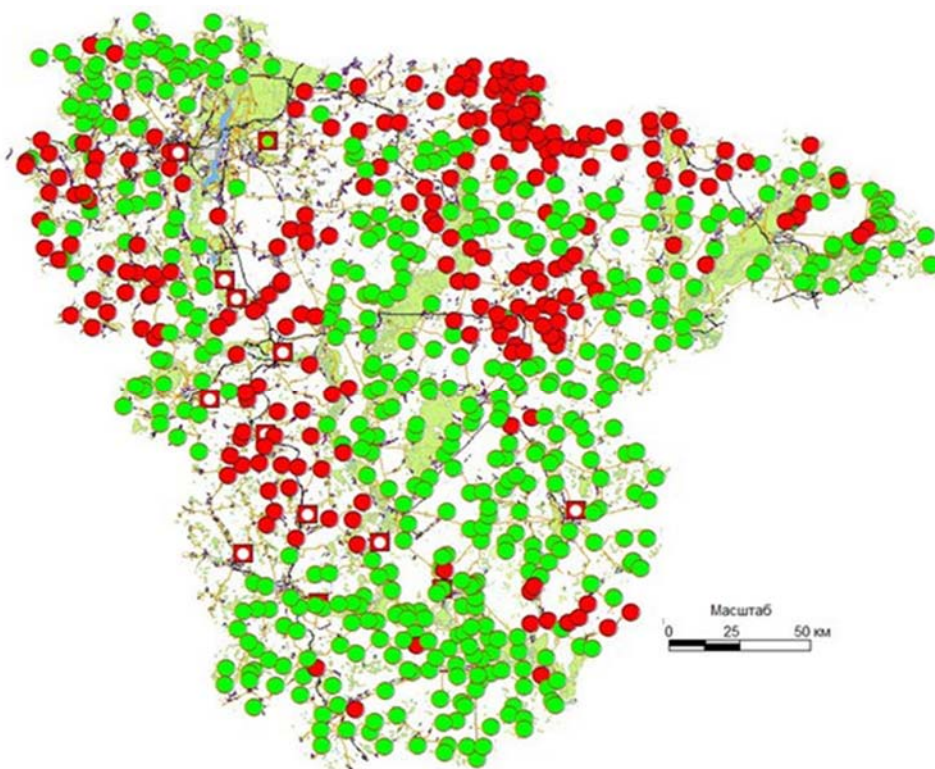


Рис. 4.3. Объекты размещения отходов – источники загрязнения окружающей среды Воронежской области [6]
 Санкционированные свалки – зеленые значки; несанкционированные – красные, полигоны ТБО – квадраты.

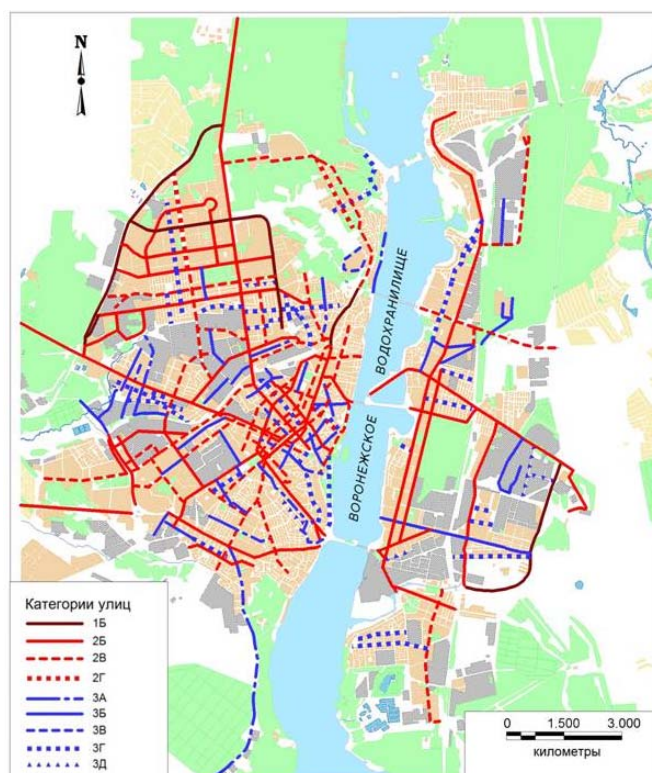


Рис. 4.4. Линейный источник загрязнения окружающей среды – улично-дорожная сеть г. Воронежа с категорированием улиц по интенсивности движения автотранспорта [49]

Среди карт антропогенных воздействий на природную среду выделяются карты воздействий на разные природные среды – атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу, а также воздействий отдельных отраслей человеческой деятельности – промышленности, транспорта, сельского хозяйства, рекреации (рис. 4.5).

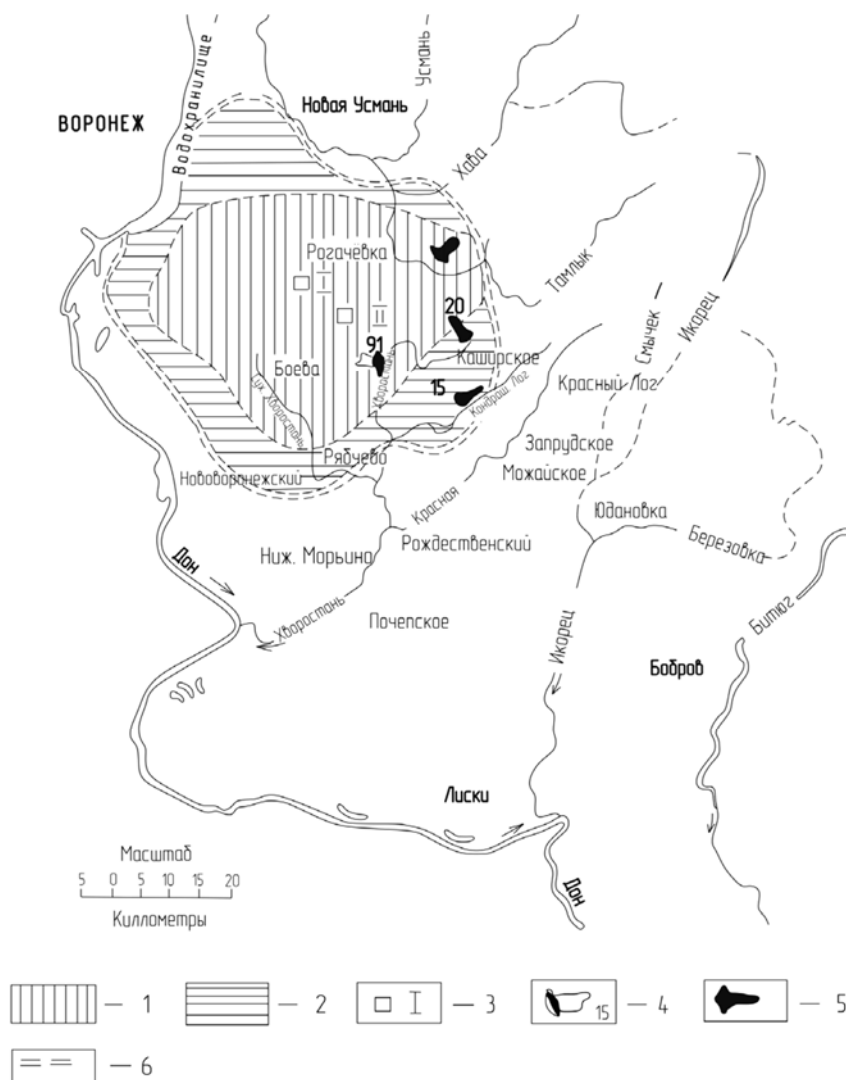


Рис. 4.5. Карта-схема влияния водозаборов г. Воронежа на уровень подземных вод – пример карты антропогенного воздействия на природную среду [75]:
 1 – область питания водозабора, местность, где предполагается реконструкция водозаборных скважин; 2 – территория проведения лесомелиорации и природоохранных мероприятий; 3 – нумерация водозаборных узлов; 4 – нумерация проектируемых водоемов для пусков в р. Хворостань; 5 – существующий водоем, из которого возможны пуски в р. Тамлык; 6 – зона влияния водозабора на уровень подземных вод

Карты геохимического загрязнения

Антропогенное воздействие на окружающую природную среду выражается, чаще всего, в химическом, физическом и биологическом загрязнении ее компонентов. Картографическое отображение загрязнения

позволяет наглядно представить и оценить масштабы антропогенного воздействия, играет важнейшую роль в создании системы мониторинга среды обитания человека, в разработке экозащитных решений.

Картографирование загрязнения подразумевает два аспекта: компонентный (характеристика природной среды в целом или отдельного ее компонента) и ингредиентный (картографирование распределения отдельного загрязняющего вещества или комплекса поллютантов).

Картографирование геохимического загрязнения – наиболее объемный этап исследования особенностей загрязнения территорий химическими элементами.

Практические цели работ этого этапа [16]:

1) выявление всех значимых источников загрязнения окружающей среды, установление основных видов отходов производственной и сельскохозяйственной деятельности, обогащенных химическими элементами и потенциально перспективных для вторичной переработки или требующих специальных условий безопасного депонирования;

2) прослеживание потоков распространения химических элементов в окружающей среде – как естественных, природно-миграционных, так и искусственных, обусловленных транспортировкой отходов или загрязненной продукции в места депонирования или вторичного применения;

3) изучение морфоструктурных особенностей пространственного распределения загрязнений, установление зон влияния источников загрязнения и, в конечном счете, дифференциация исследуемой территории по качественным характеристикам и интенсивности отрицательного воздействия.

Реализация целей геохимического картирования предполагает проведение значительного количества мониторинговых исследований.

Так, при изучении источников загрязнения основными работами являются выявление и опробование всех основных видов отходов и предварительная оценка их объемов.

Изучение ореолов рассеяния, связанных с выпадениями из атмосферы или депонированием отходов, проводится путем планомерных геохимических съемок почв и пыли, осаждаемой на снеговой покров.

При исследовании потоков рассеяния в поверхностных водотоках применяется маршрутная геохимическая съемка донных отложений, сочетающаяся с опробованием вод на наиболее устойчивый во времени комплекс макроэлементов.

По результатам геохимических исследований ореолов и потоков рассеяния составляются геохимические карты всех основных очагов загрязнения изученной территории, являющиеся основой природоохранных практических мероприятий и выявляющие локальные наиболее экологически опасные участки для детальных геохимических и биогеохимических исследований.

Заключительный этап работ по геохимическому картографированию включает детальные геохимические и биогеохимические исследования выявленных техногенных аномалий. Целями этого этапа являются:

- углубленная оценка качества среды;
- получение данных для составления прогноза его изменения;
- установление характера реакции биоты на загрязнение.

Детальные геохимические и биогеохимические мониторинговые исследования проводятся, как правило, в центрах выявленных аномалий.

В пределах антропогенных ореолов и потоков рассеяния комплекс детальных работ включает:

- 1) гигиеническую оценку степени загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных вод (организуется совместно со специальными службами);
- 2) исследование биогеохимических показателей населения и оценку состояния его здоровья (также организуется совместно со специальными службами);
- 3) детальное изучение комплекса химических элементов и определение объема загрязненных почв, донных отложений, грунтов и сельхозпродукции.

Геохимические и биогеохимические исследования компонентов окружающей среды служат базовой основой для системы экологического мониторинга, а также для служб санитарно-гигиенического и экологического контроля.

Территориальные единицы эколого-геохимического картографирования

При выборе территориальных единиц эколого-геохимического картографирования необходимо руководствоваться степенью однородности их свойств и, соответственно, возможностью распространения на них геоэкологических характеристик. В практике картографирования применяются 6 подходов к выбору операционных территориальных единиц [85].

1. Выборочная характеристика, т.е. привязка показателей непосредственно к точкам и линиям, для которых они получены, практикуется в процессе работ на картах фактического материала.

При недостатке данных, обуславливающим невозможность территориально полной характеристики, такой прием находит применение и на итоговых картах (рис. 4.6).

2. Геометрически правильные сетки, обычно квадратной формы, нашли применение, главным образом, при построении частных карт, характеризующих состояние компонентов среды по отдельным ингредиентам. Данный подход получил распространение в связи с тем, что ограниченные возможности компьютеров первых поколений не позволяли использовать полноценную картографическую основу (рис. 4.7).

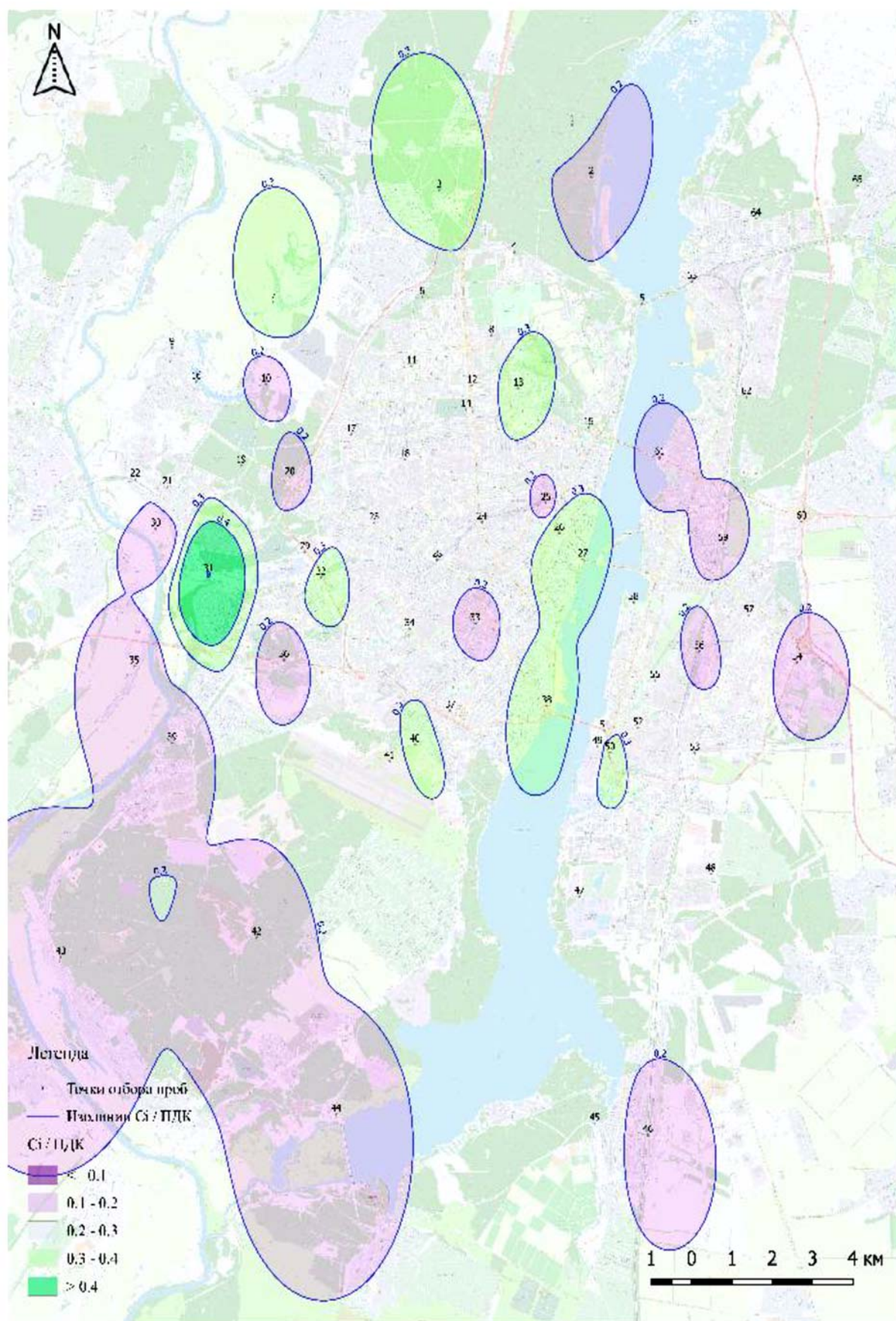


Рис. 4.6. Фрагментарная характеристика загрязнения почв хлоридами на территории г. Воронежа [64]



Рис. 4.7. Характеристика загрязнения атмосферы по геометрически правильной сетке [94]

3. Политико-административное и хозяйственное деление используют в качестве единиц картографирования, когда исходными данными служат материалы официальной статистики (рис. 4.8).

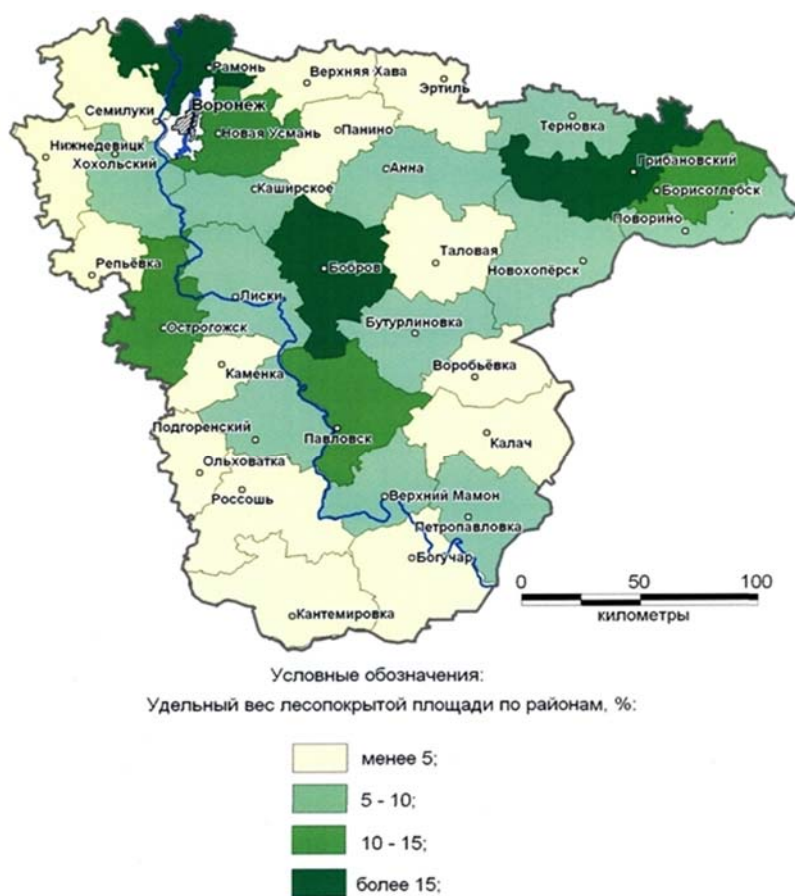


Рис. 4.8. Облесенность районов Воронежской области (по материалам официальной статистики) [46]

4. Бассейновый подход к территориальному делению наиболее удобен, когда объектами картографирования являются водотоки, экзогенные геодинамические процессы и весь комплекс связанных с этим вопросов. Разделяющие речные бассейны водоразделы образуют барьеры для транспортировки поллютантов с поверхностным и грунтовым стоком, а при достаточной морфологической выраженности – и для воздушного переноса в наиболее загрязненном приземном слое. В условиях преобладающего долинного типа расселения бассейны, а также группы смежных бассейнов в значительной степени совпадают с контурами хозяйств, характеризующихся разными типами и уровнями антропогенной нагрузки, т.е. бассейны разных порядков преобразуются в природно-хозяйственные территориальные системы разных таксономических рангов (рис. 4.9).

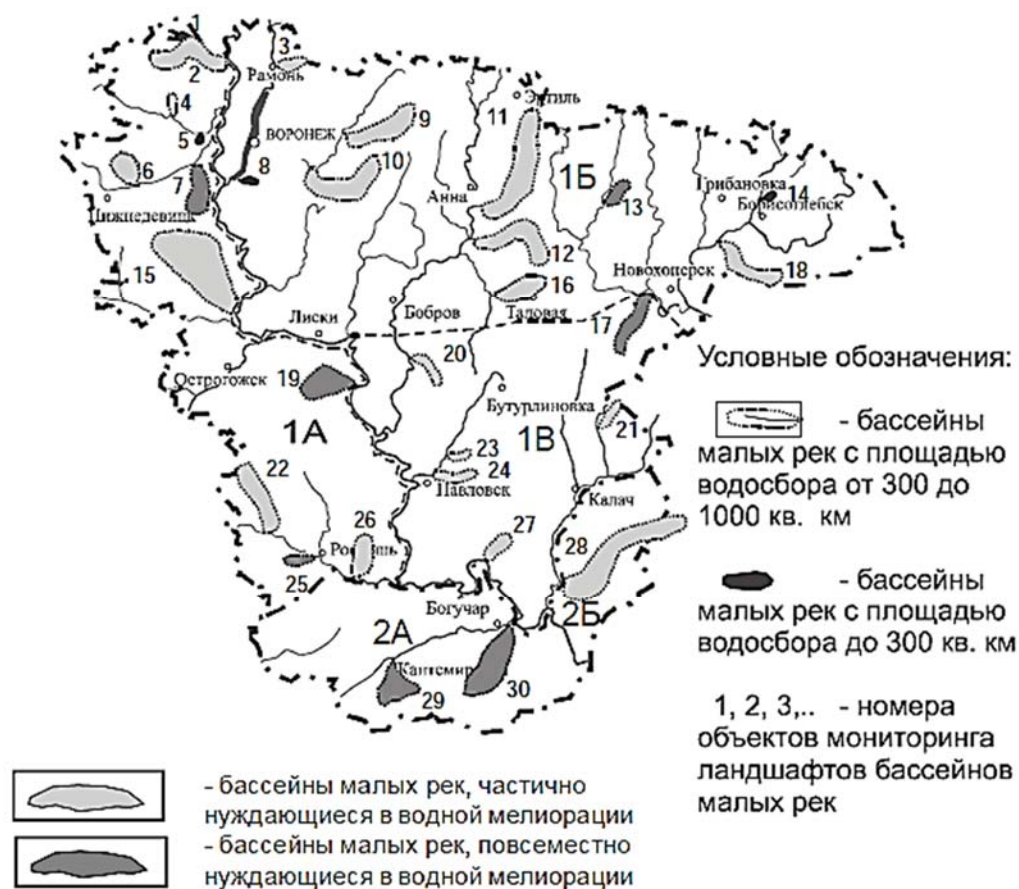
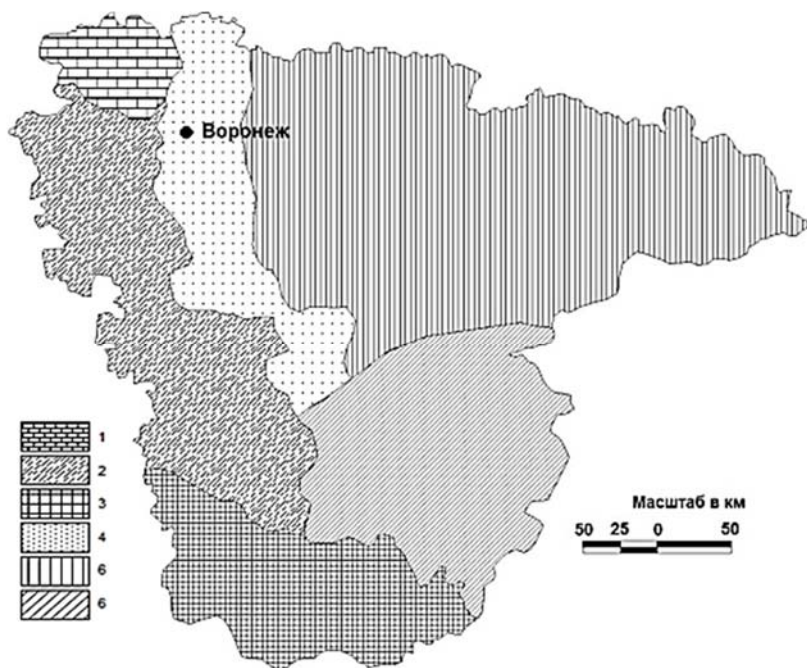


Рис. 4.9. Выделение на территории Воронежской области ландшафтов бассейнов малых рек, нуждающихся в водной мелиорации, как пример применения бассейнового подхода к территориальному делению [35]

5. Ландшафтно-географический подход (ориентация на единицы физико-географического или ландшафтного районирования) в наибольшей степени отвечает задачам экологического картографирования, так как понятия трансформированности и устойчивости ландшафта вторичны по отношению к самому ландшафту; их характеристика возможна только в пределах некоторой пространственной общности, образованной сочетанием и взаимодействием геокомпонентов.

Ландшафтный принцип деления территории реализован на большинстве изданных в России экологических карт [5]. При этом в характеристику территориальных единиц включаются как природные особенности (единицы ландшафтного районирования, леса, в том числе с подразделением по преобладающим породам), так и характер природопользования (выделение сельскохозяйственных земель, урбанизированных и горнопромышленных ландшафтов) (рис. 4.10).



1. Северо-западный район (верхнедевонские известняки); 2. Западный район (пески, глины и суглинки палеогена, мела верхнемелового возраста); 3. Южный район (мела верхнемелового возраста); 4. Центральный район (пески древнеаллювиальные четвертичного возраста); 5. Северо-восточный район (ледниковые четвертичные суглинки); 6. Юго-восточный район (ледниковые суглинки, пески и глины палеогена, мела верхнемелового возраста).

Рис. 4.10. Природно-ландшафтное районирование территории Воронежской области по характеру рельефообразующих пород, формирующих условия для миграции загрязняющих веществ от объектов размещения отходов [7].

6. Отсутствие территориальных единиц становится возможным при непрерывной количественной характеристике на основе применения способа изолиний. Преимущества этого подхода связаны с отсутствием осреднения показателей по площади при отказе от наперед заданных границ. Однако отсутствие территориальных единиц на итоговой карте не должно означать отказа от их учета в процессе составления при географической интерполяции показателей. В последнем случае территориальные единицы, различающиеся по функциональному использованию и устойчивости ландшафтов, выявляются по распределению количественных характеристик, подобно тому как, благодаря географическим закономерностям, крупные формы рельефа выделяются на климатической карте, тектонические структуры – на геологической и т.д. (рис. 4.11).

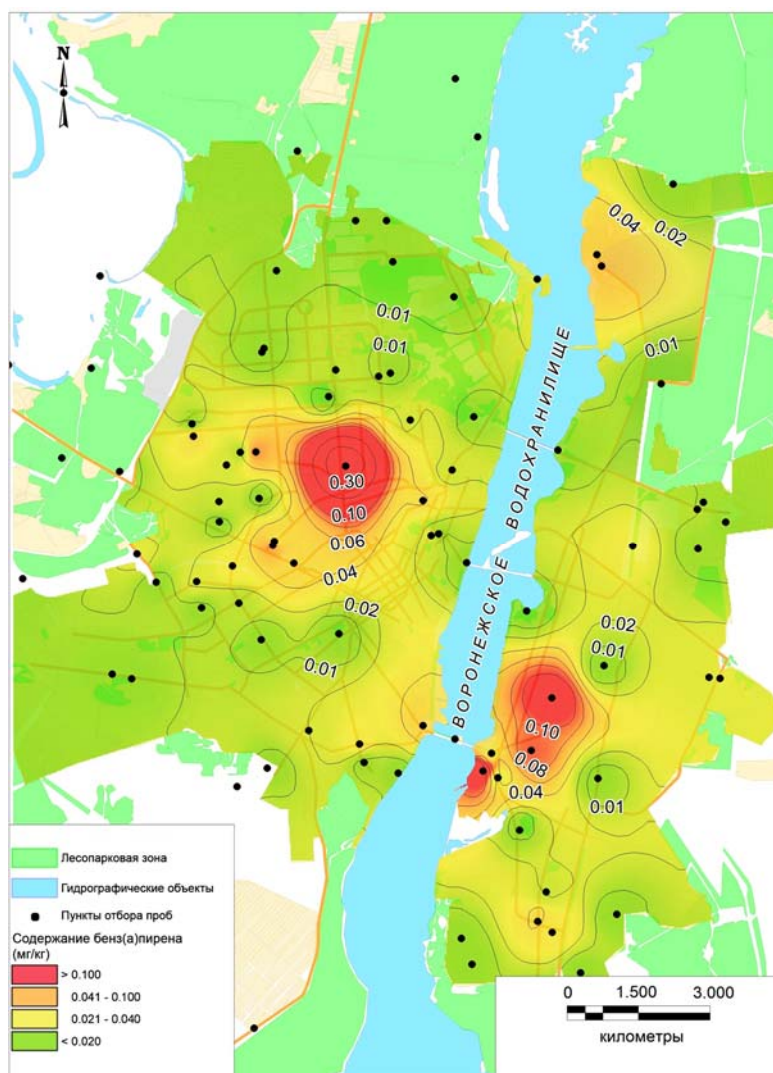


Рис. 4.11. Накопление бенз(а)пирена в поверхностных горизонтах почв г. Воронежа

Содержание и выбор изобразительных средств для построения эколого-геохимических карт

На эколого-геохимических картах обычно отображается либо распределение химических элементов и соединений в различных средах, либо оценка эколого-геохимической ситуации по разным критериям. Классификация таких карт, таким образом, производится по компоненту окружающей среды, в котором изучается распределение элемента. Наиболее распространены почвенно-геохимические карты, что связано как с особой ролью почвы в ландшафте (она находится на пересечении всех миграционных потоков химических веществ и чутко реагирует на изменение экологической ситуации), так и с ее высокой информативностью как депонирующей среды при выявлении стабильной картины загрязнения.

Исходя из содержания карт, целесообразно разделить их на три группы: моноэлементные; полиэлементные; карты оценки эколого-геохимической ситуации.

На моноэлементных картах отображается пространственное распределение содержаний химического элемента в определенном компоненте окружающей среды.

Существует два способа отображения распределения элемента – в абсолютных величинах и в относительных показателях. Карты, отображающие распределение элемента в абсолютных единицах, имеют инвентаризационный характер, в относительных – оценочный.

Для отображения распределения элементов в относительных показателях, как правило, используются геохимические индексы, показывающие отношение концентрации элемента в данной точке опробования к его кларку (кларк концентрации, K_k); местному геохимическому фону (коэффициент концентрации, K_c); ПДК (ОДК) или другому нормативу.

Распределение химических элементов на моноэлементных картах изображается в виде: разного размера и/или цвета пунсонов, изолиний абсолютных и относительных величин показателей. Значения изолиний лучше выбирать так, чтобы они были кратны определенным геохимическим параметрам и нормативам. В случае значительной дисперсии содержаний (например, в почвенном покрове городов) интервалы между изолиниями целесообразно выбирать в соответствии со шкалой логарифмов содержаний элемента.

Для повышения наглядности промежутки между изолиниями закрашивают, пользуясь шкалой послойной окраски, построенной по «принципу светофора». Встречается также монохромная окраска, причем насыщенность цвета усиливается с увеличением концентрации элемента. На черно-белых картах промежутки между изолиниями покрывают штриховкой.

При построении карт используются различные методы математической интерполяции. В частности, при нерегулярной сети опробования применяются средневзвешенная интерполяция, аналитическая сплайн-интерполяция и др. Не следует ограничиваться каким-либо одним методом математической интерполяции. В зависимости от исследуемого компонента ландшафта, характера опробования, точности комплексного анализа и других условий нужно выбирать подходящий для конкретного случая метод [47].

Интерполяцию необходимо проводить с учетом пространственных закономерностей (географическая интерполяция). При этом следует принимать во внимание факторы, влияющие на пространственное распределение потоков рассеяния, прежде всего, расчлененность рельефа и расположение источников загрязнения.

Полиэлементные карты показывают распределение группы (ассоциации) элементов, а также распределение различных геохимических показателей и коэффициентов (мультипликативных, аддитивных, зональности, интенсивности), ассоциаций химических элементов,

выделяемых и изображаемых с использованием различных программ [20;14] или полученных путем площадного совмещения аномальных полей различных химических элементов и групп элементов [10;11].

Наиболее распространенный способ картографического отображения ассоциации в почвах селитебных территорий и снеговом покрове – карты суммарного показателя загрязнения, Z_c (СПЗ). Величина Z_c рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n Kci, \quad (4.1)$$

где:

Kci - коэффициент концентрации i -го химического элемента; n - количество элементов в пробе с аномальной величиной Kci (с учетом флуктуаций фона в качестве аномальной обычно принимается Kci ; от 1,5 до 2) (табл. 4.1) [25].

Таблица 4.1

Шкала оценки экологической опасности загрязнения почв селитебных территорий

Z_c	Уровень загрязнения	Экологическая обстановка	Показатели здоровья населения в очагах загрязнений
<16	Минимальный, слабый	Относительно удовлетворительная	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
16 – 32	Средний	Напряженная, критическая	Увеличение общей заболеваемости
32 – 128	Сильный (высокий)	кризисная	Увеличение общей заболеваемости числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями и нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
>128	Максимальный	Катастрофическая	Увеличение заболеваемости детей, нарушения репродуктивных функций женщин (увеличение числа случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, гипотрофии новорожденных)

Еще одной разновидностью полиэлементных карт можно считать карты, на которых отображено расположение зон повышенных (относительно фона, ПДК) концентраций комплекса элементов.

Карты оценки эколого-геохимической ситуации представлены, прежде всего, картами районирования территории по уровню загрязнения одной или нескольких природных сред. Оценка уровня загрязнения почв вне селитебных зон, а также донных отложений, поверхностных вод и

атмосферных выпадений проводится на основе двух показателей: величины Z_c и степени превышения гигиенического норматива содержания отдельного химического элемента – ПДК, ОДК, временной допустимой концентрации (ВДК), ориентировочного безопасного уровня воздействия (ОБУВ). Учитывается также класс опасности элемента (табл. 4.2) [80]. На карте различные уровни загрязнения показывают способом качественного фона, используя либо цвет, либо штриховку.

Таблица 4.2

Степени химического загрязнения почвы

Категория загрязнения	Суммарн. показатель загрязнения (Z_c)	Содержание в почве (мг/кг)					
		I класс опасности		II класс опасности		III класс опасности	
		Орган. соедин.	Неорган. соедин.	Орган. соедин.	Неорган. соедин.	Орган. соедин.	Неорган. соедин.
Чистая	–	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК
Допустимая	< 16	от 1 до 2 ПДК	от фона до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от фона до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от фона до ПДК
Умеренно опасная	16 – 32					от 2 до 5 ПДК	от ПДК до K_{max}
Опасная	32 – 128	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до K_{max}	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до K_{max}	> 5 ПДК	> K_{max}
Чрезвычайно опасная	>128	> 5 ПДК	> K_{max}	> 5 ПДК	> K_{max}		

Интегральные карты оценки экологической обстановки в случае проведения исследований по одной природной среде фактически дублируют карты уровней загрязнения. При картографировании загрязнения нескольких природных сред экологическая обстановка определяется по наиболее негативной оценке загрязнения. Минимальный уровень загрязнения всех природных сред отвечает удовлетворительной экологической обстановке; слабый уровень хотя бы по одной природной среде – напряженной обстановке; средний – критической; сильный – кризисной; максимальный – катастрофической экологической обстановке [25].

Экологическая обстановка на карте также обычно показывается штриховкой или цветом. Рекомендуются использовать «принцип светофора»: удовлетворительная обстановка – зеленый цвет, напряженная – желтый, критическая – оранжевый, кризисная – розовый, катастрофическая – красный. На картах в эпицентрах неблагоприятной экологической обстановки приводятся ассоциации химических элементов и соединений, определяющих наибольшие уровни загрязнения.

Технология создания эколого-геохимических карт

1. Отображение пространственной дифференциации картографируемой территории по геохимическим и хозяйственным особенностям ландшафтов;

2. Выделение по каждому опробованному компоненту ПГС зон загрязнения – аномально высоких содержаний химических элементов и соединений, оценка эколого-геохимического состояния компонентов природной среды;

3. Совмещение на одной основе зон загрязнения по всем опробованным компонентам ПГС, редактирование контуров с учетом ландшафтно-геохимических и функциональных границ;

4. Оценка экологического состояния территорий и характера ущерба, наносимого природной среде загрязнением ее компонентов токсичными элементами;

5. Раскраска контуров карты по экологическому состоянию территорий;

6. Расчет геохимических характеристик для территорий, состояние которых оценивается как неудовлетворительное.

Уровень загрязнения компонентов природной среды оценивается по ряду показателей: степени превышения ПДК токсичных элементов, суммарному показателю загрязнения, мощности экспозиционной дозы и др. В качестве показателя степени экологического состояния (неблагополучия) приняты нормативы, изложенные в Критериях оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия [41].

Эколого-геохимическое состояние компонентов природной среды формирует экологическую обстановку, которая может быть удовлетворительной, напряженной, критической и чрезвычайной. Удовлетворительная экологическая обстановка характеризуется допустимым содержанием загрязнителей во всех компонентах природной среды; напряженная – умеренно опасным содержанием загрязнителей хотя бы в одном из компонентов при их допустимом содержании в остальных компонентах; критическая – опасным содержанием загрязнителей хотя бы в одном из компонентов при допустимом или умеренно опасном их содержании в остальных; чрезвычайная – высокоопасным содержанием загрязнителей хотя бы в одном компоненте ПГС, при допустимом, умеренно опасном или опасном их содержании в остальных компонентах.

Геохимическая характеристика территорий, экологическое состояние которых оценивается как неудовлетворительное, складывается из геохимических показателей, отражающих состав, структуру, интенсивность и объем загрязнения. Полные характеристики зон загрязнения приводятся в зарамочном поле карты или в пояснительной записке.

Эколого-геохимическая карта состоит из семи слоев. Первым слоем является топографическая основа, на втором буквенными индексами выделяются территории, районированные по геохимическим и хозяйственным особенностям ландшафтов.

Слои 2-6 (их количество может меняться в зависимости от количества опробованных компонентов окружающей природной среды (ОПС)) отражают содержание токсичных элементов и состав загрязнителей, выявленных в конкретном компоненте ОПС. В зависимости от компонента ОПС аномалии отображаются черными контурами с черной внутренней штриховкой различного наклона. Густота штриховки отражает уровень содержания загрязнителей внутри контура. Состав загрязнителей указывается рядом с контуром зоны загрязнения в виде ранжированного ряда индексов химических элементов, цвет которых указывает на компонент ОПС, в котором выявлено загрязнение. На карте указывается не более трех элементов-загрязнителей с максимальными значениями коэффициента концентрации.

Седьмой слой карты отражает комплексную оценку экологического состояния и характер ущерба. В зависимости от степени неблагополучия экологического состояния территории закрашиваются определенным цветом. Каждая территория, экологическое состояние которой оценивается как неудовлетворительное, нумеруется арабскими цифрами в направлении от северо-западного угла картографируемой территории к юго-восточному, номер ставится внутри территории в ее западной или северо-западной части.

Современные технологии картографирования

В настоящее время в геоэкологическом картографировании все большее применение находят электронные карты, работа с которыми ведется в интерактивном режиме.

Использование компьютерных технологий для создания геоэкологических карт и их последующего анализа позволяют решать многие проблемы, возникающие в исследовании и картографировании геосистем – необходимость большого объема информации для изучения экологических, природных и социально-экономических показателей, характеризующих геосистемы как операционные единицы; преобладание в описаниях и классификациях этих показателей качественных характеристик, трудно оцениваемых количественно; отсутствие методик проведения комплексной оценки; сложность, а зачастую и невозможность постановки экологических экспериментов традиционными методами [47].

При использовании цифрового подхода к картографированию можно не только создавать, но и оперативно обновлять экологические карты, формировать картографо-экологические модели применительно к решению разнообразных задач экологической оценки, прогноза, экспертизы и т.д.

Цифровые карты в отличие от традиционных характеризуются следующими качественно новыми свойствами и возможностями использования:

- постоянное обновление информационного поля (базы цифровой картографической и семантической информации);
- интегрированное отображение на одном экране совместно обрабатываемых априорных и оперативных данных;
- отбор данных и построение изображения, соответствующего информационным потребностям пользователя (пользователь может добавлять или убирать информацию, отображаемую на экране, менять масштаб и проекцию, получать псевдообъемные и динамические изображения, использовать оптические эффекты);
- автоматическая картометрия (определение координат и направлений, расстояний и длин, площадей и объемов, построение изолиний уровней и поверхностей);
- автоматическое документирование оперативной обстановки на единой картографической основе;
- открытость информационного поля и математического обеспечения (расширяет круг решаемых задач).

Электронные карты можно легко воплотить в традиционную бумажную или пластиковую форму, используя современные лазерные или струйные принтеры, имеющие высокое графическое разрешение.

5. Методология расчета НЭУ от объектов (территорий) размещения ТКО

Для исчисления размера вреда природным средам и объектам, который может быть нанесен различными типами объектов НВОС, разными ведомствами разработан и утвержден ряд методических документов.

Исчисление размера вреда, причиненного водным объектам.

Исчисление размера вреда, причиненного водным объектам, осуществляется на основании Приказа Минприроды России от 13 апреля 2009 г. № 87 (с изменениями на 26 августа 2015 г.) [51].

Согласно пунктам 7 и 8 Приказа:

«Исчисление размера вреда может осуществляться исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния водного объекта, а также в соответствии с проектами восстановительных работ.

Исчисление размера вреда водному объекту, исходя из фактических затрат, осуществляется на основании данных о стоимости основных видов работ и (или) фактически произведенных расходах по следующим основным мероприятиям и работам:

- проведение анализов качества вод и донных отложений водного объекта;
- расчет затрат или разработка проектно-сметной документации по устранению последствий нарушения водного законодательства;
- мероприятия по оценке распространения вредных (загрязняющих) веществ в водном объекте и последующего их влияния на использование водного объекта для водоснабжения, рекреации и иных целей водопользования;
- мероприятия по предупреждению распространения загрязнения на другие участки водного объекта или на другие водные объекты;
- строительство временных зданий и сооружений, использованных при осуществлении работ по ликвидации последствий нарушения водного законодательства;
- сбор, удаление, утилизация вредных (загрязняющих) веществ, нефти, нефтесодержащих веществ, отходов производства и потребления, фильтрующего материала и иных материалов, использованных при ликвидации последствий нарушения водного законодательства;
- подъем затонувших судов и иных предметов;
- мероприятия по предотвращению попадания в водный объект вредных (загрязняющих) веществ и отходов с водосборной площади;
- очистка донных отложений водного объекта от вредных (загрязняющих) веществ;
- мероприятия по очистке и восстановлению водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов».

Исчисление размера ущерба от загрязнения подземных вод.

Исчисление размера ущерба от загрязнения подземных вод осуществляется

на основании приказа Госкомэкологии России от 11 февраля 1998 г. № 81 [52], согласно которому «Методика исчисления размера ущерба от загрязнения подземных вод содержит рекомендации по исчислению размера ущерба, причиненного окружающей природной среде и природопользователям в результате экологических правонарушений, аварий на предприятиях, транспорте и других объектах, приведших к загрязнению питьевых и минеральных подземных вод, а также других типов подземных вод (технических, теплоэнергетических, промышленных), если загрязнение последних приводит к загрязнению других компонентов окружающей природной среды (почва, поверхностные воды суши и морские воды, флора и фауна)».

«Оценка степени загрязнения подземных вод производится сопоставлением их качества с фоновым состоянием подземных вод и требованиями, предъявляемыми к качеству воды в зависимости от цели водопользования по нормируемым показателям.

Требования к качеству подземных вод в зависимости от их целевого назначения определяются в соответствии с соответствующими, нормативными правовыми документами, утвержденными в установленном порядке».

Оценить **размер вреда, причиненного атмосферному воздуху**, как компоненту окружающей среды, возможно для объектов, имеющих технологические нормативы, нормативы допустимых выбросов высокотоксичных веществ в случае превышения установленных нормативов [53].

Исчисление размера вреда, причиненного лесам. Исчисление размера вреда, причиненного лесам, осуществляется на основании Постановления Правительства РФ от 29 декабря 2018 года № 1730 (с изменениями на 18 декабря 2020 г.) [69]. Документ устанавливает порядок возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства (далее – вред), включая таксы и методику возмещения вреда.

Оценка размера вреда, причиненного объектам животного мира. Разработана Методика оценки вреда и исчисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания, утвержденная Госкомэкологией России 28 апреля 2000 г. Она предназначена для определения «порядка оценки вреда от уничтожения объектов животного мира и/или нарушения их среды обитания (далее по тексту – вред) при различных видах антропогенных воздействий; исчисление размера ущерба, нанесенного объектам животного мира и/или их среде обитания (далее по тексту – ущерб) при ведении хозяйственной и иной деятельности; исчисление размера ущерба объектам животного мира и/или их среде обитания при исследованиях по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности».

«Исчисление ущерба объектам животного мира и/или их среде обитания осуществляется путем исчисления величины материальных, трудовых и

финансовых затрат, которые понесет общество для восполнения потерь животного мира в каждом конкретном случае, а также упущенной выгоды».

Исчисление размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам.

Методика исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам, утвержденная приказом Минприроды России от 8 декабря 2011 года № 948 (с изменениями и дополнениями от 22 июля 2013 г., 17 ноября 2017 г.) [74], применяется для исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам вследствие:

«а) прямого уничтожения конкретного вида охотничьих ресурсов, их незаконной добычи (отлова, отстрела), уничтожения охотничьих ресурсов по неосторожности;

б) нарушения или уничтожения среды обитания охотничьих ресурсов, если в результате такого нарушения охотничьи ресурсы навсегда (или временно) покинули территорию обитания, что повлекло их гибель, сокращение численности на данной территории, снижение продуктивности их популяций, а также репродуктивной функции отдельных особей;

в) локального разрушения (уничтожения) обитаемых либо регулярно используемых охотничьими ресурсами в жизнедеятельности и для воспроизводства (размножения) нор, дупел деревьев, токов».

Оценка экологического ущерба, нанесенного хозяйствующими субъектами в прошлом почвам и землям. Нарушение биоестественного состояния почв и земель связано с утратой ими природной или хозяйственной ценности с превращением их в источник негативного воздействия на окружающую среду в связи с изменением гидрологического режима и образованием техногенного рельефа в результате недобросовестной хозяйственной деятельности [29].

Оценке состояния и последующей рекультивации подлежат почвы и земли, свойства которых были нарушены в результате:

– разработки месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способом, а также добычи торфа;

– прокладки трубопроводов, проведения строительных, мелиоративных, лесозаготовительных, геологоразведочных, испытательных, эксплуатационных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова;

– размещения бывших промышленных, военных, гражданских и иных объектов и сооружений;

– проведения войсковых учений за пределами специально отведенных для этих целей полигонов;

– складирования и захоронения промышленных, бытовых, сельскохозяйственных отходов;

– строительства, эксплуатации и консервации подземных объектов и коммуникаций (шахтных выработок, хранилищ, линий метрополитена, канализационных и иных подобных сооружений);

– загрязненных иными видами хозяйственной деятельности земель.

Оценку экологического ущерба, нанесенного хозяйствующими субъектами в прошлом почвам и землям, на загрязненных территориях (участках) почвенного покрова проводят с целью возвращения им хозяйственной и рыночной ценности путем последующей их рекультивации (очистки).

Восстановление свойств нарушенных почв и земель проводят в соответствии с проектами рекультивации.

Исчисление размера ущерба вреда и убытков в три этапа:

I. На первом этапе путем непосредственного обследования территории устанавливают площадь загрязненного контура (участка), определяют глубину загрязнения (например, с применением методов электромагнитного сканирования для малоглубинных (до 10 м) исследований земной коры), оценивают превышения нормативных значений конкретных химических элементов и определяют фактические концентрации загрязняющих веществ на исследуемом участке.

II. На втором этапе устанавливают местоположения загрязненных участков почвы на обследуемой территории.

III. На третьем этапе проводят расчеты размера ущерба, нанесенного окружающей среде в результате загрязнения почв в прошлом.

Результатом оценки и контроля нанесенного в прошлом экологического ущерба территориям (участкам) может быть принятие решения от полной ликвидации загрязнения до мониторинга ситуации с постепенной ликвидацией опасных загрязнений и рекультивацией загрязненных в прошлом территорий (участков).

Целесообразность рекультивации загрязненных в прошлом территорий (участков) следует определять с учетом:

- правовых норм природоохранного законодательства России (при этом рекультивацию требуется проводить любой ценой, невзирая на соотношение затрат и приобретаемых выгод);

- условий рыночной экономики, в соответствии с которыми затраты на рекультивацию должны повышать ценность участка по сравнению с исходной ценой (увеличение ценности земли на участке в результате выполнения работ по рекультивации должно превосходить произведенные затраты);

- предупреждения разрушений (и обесценивания) соседних земель (например, нерекультивированные отвалы пород горных разработок приводят в порядок для того, чтобы защитить от них соседние угодья, куда с пылью попадают вредные химические вещества, а с ливнями - грязевые потоки).

6. Методы и технологии ликвидации накопленного экологического вреда от объектов размещения отходов, эколого-химический мониторинг загрязненных территорий

Согласно данным, приведенным в Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, свыше 30 000 млн тонн отходов накоплено в результате прошлой хозяйственной и иной деятельности. По итогам инвентаризации территорий выявлено 340 объектов накопленного вреда окружающей среде, являющихся источником потенциальной угрозы жизни и здоровью 17 млн. человек. Около 15 тыс. санкционированных объектов размещения отходов занимают территорию общей площадью примерно 4 млн га, и эта территория ежегодно увеличивается на 300 – 400 тыс. га [84].

Помимо разрешенных к эксплуатации объектов размещения отходов, на территории РФ находится значительное количество несанкционированных свалок, образовавшихся стихийно и не имеющих никаких экозащитных барьеров.

Проблема ликвидации накопленного в прошлом экологического ущерба включает три аспекта – нормативно-правовой, организационно-технологический и социально-экономический.

В настоящее время в законодательстве предусмотрены следующие понятия, обозначающие виды мероприятий, которые должны быть проведены в различных ситуациях и направлены на нивелирование отрицательных последствий для состояния окружающей среды от хозяйственной деятельности:

- 1) «восстановление природной среды»;
- 2) «возмещение вреда окружающей среде»;
- 3) «ликвидация накопленного вреда окружающей среде».

Каждый из перечисленных механизмов должен применяться при определённых условиях и в определённых ситуациях.

Как следует из п. 1 ст. 80 Закона об охране окружающей среды, юридическим последствием включения объектов накопленного вреда окружающей среде в государственный реестр является собственно осуществление ликвидации накопленного вреда окружающей среде. В п. 3 ст. 80 Закона об охране окружающей среды перечисляется комплекс действий, объединяемых понятием «организация работ по ликвидации накопленного вреда». К ним, в частности, отнесены: а) проведение необходимых обследований, в том числе инженерных изысканий; б) разработка проекта работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, его согласование и утверждение; в) проведение работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде; г) контроль и приемка выполненных работ. Порядок организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде должен быть установлен

Правительством Российской Федерации (п. 4 ст. 80 Закона об охране окружающей среды) [37].

Организация работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде осуществляется либо органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, которые могут воспользоваться своим правом на данную деятельность, либо – в случаях, установленных Правительством Российской Федерации, – федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственное управление в области охраны окружающей среды.

Порядок ликвидации накопленного вреда окружающей среде регулируется:

- главой XIV.1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» [87];
- Критериями категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке [40];
- Правилами ведения государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде [70];
- Методическими рекомендациями по актуализации учетных сведений об объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, включенном в государственный реестр [66];
- Правилами организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде [71];

Организационно-технологический аспект

Согласно ГОСТ Р 56828.40-2018 [31] ликвидация объекта размещения отходов – это деятельность по демонтажу установленного на объекте размещения отходов оборудования и сносу его конструктивных элементов, удалению размещенных на нем отходов, приведению территории, на которой объект расположен, в состояние, обеспечивающее безопасность жизни, здоровья граждан, охрану окружающей среды, в том числе выполнение работ по восстановлению нарушенных земель.

Возможность эффективного применения технологических решений (технологий) для ликвидации объектов НВОС и восстановления исходных характеристик территории, на которой этот объект располагался, зависит от ряда факторов, таких как:

- вид, степень опасности и количество загрязняющих веществ, находящихся в различных компонентах окружающей среды (почве, грунте, подземных водах и др.);
- время существования объекта НВОС;
- размеры объекта НВОС, виды и масштабы его воздействия на компоненты окружающей среды;
- географическое положение объекта НВОС;

- природно-климатические условия в месте расположения объекта НВОС (среднегодовая температура, характеристики почвы, продолжительность теплого периода года, количество осадков и др.);
- наличие инфраструктуры, позволяющей доставлять к объекту НВОС трудовые ресурсы, необходимую технику, оборудование, вещества и материалы, а также размещать отходы ликвидации;
- социально-экономическая ценность территории, на которой расположен объект НВОС;
- развитость нормативно-правового регулирования в сфере ликвидации (рекультивации) объектов НВОС на федеральном уровне и на уровне субъекта Федерации, где расположен объект НВОС;
- информационная и техническая обеспеченность возможности применения технологических решений.

Все эти факторы должны быть заложены (учтены) в проекте (программе) ликвидации конкретного проекта НВОС, в том числе при выборе наиболее подходящих технологических решений ликвидации, включая рекультивацию нарушенных земель.

Реализация технологических решений (технологий) предполагает выполнение следующих операций:

- изъятие (экскавация) загрязненного грунта, деградированного почвенного покрова или донных осадков, откачка загрязненных подземных вод;
- закачка разнообразных химических веществ или материалов в грунт либо подземные воды для изоляции или отверждения загрязнений;
- обработка (*in situ* – на месте или *ex situ* – вне места) почвы, грунта, подпочвенных вод или донных осадков различными химическими или биологическими препаратами;
- обработка (*in situ* или *ex situ*) почвы, грунта, подпочвенных вод или донных осадков различными газообразными веществами (или парами веществ);
- рекультивация очищенных территорий с помощью разного вида растительных материалов;
- и др.

Реализации технологических решений должны предшествовать следующие операции:

- обследование территории, подлежащей ликвидации (рекультивации, очистке и пр.), на предмет выявления вредных и иных факторов (видов загрязнений и их концентраций, состояния и ориентировочных объемов вещества, подлежащего удалению или обработке), а также установления природно-климатических условий в предполагаемом месте работ и особенностей хозяйственной деятельности и заселенности;

- на основе результатов обследования подготовка проекта (плана) ликвидации (рекультивации) с использованием оптимальных технологических решений;

- проведение оценки воздействия на окружающую среду и согласование проекта ликвидации с соответствующими органами исполнительной власти, населением и иными заинтересованными сторонами.

Результатом выполнения перечисленных предварительных этапов должен стать перечень и описание последовательности операций (процессов), исключаящих негативное воздействие на окружающую среду. В частности, необходимо предусмотреть:

- улавливание и очистку выбросов загрязняющих веществ или загрязненных сточных вод при продувке, пропаривании, химической и иной обработке материала;

- безопасное удаление образующихся отходов;

- снижение до безопасных уровней шума, вибрации, электромагнитных излучений;

- обезвреживание опасных биологических материалов;

- минимизацию различных видов техногенного воздействия на наземную и водную флору и фауну.

Операции (процессы) по ликвидации (рекультивации) должны осуществляться под постоянным контролем всех видов воздействия на окружающую среду с помощью системы производственного экологического контроля, импактного и локального экологического мониторинга.

Методы ликвидации накопленного вреда окружающей среде

Для ликвидации НВОС объекта размещения отходов применяются химические, физические, физико-химические, инженерные, термические, биологические, комплексные методы.

Физические методы

Физические методы ликвидации применяются в Российской Федерации достаточно широко, но в основном в качестве вспомогательных и предварительных мер. Наиболее распространены механические методы обработки отходов, шламов или загрязненных грунтов – дробление, сортировка и брикетирование.

Обычно после их применения отходы или измельченный грунт перерабатывают термическим или химическим методами либо отправляют на захоронение (инженерные методы). Часто используют механические методы сбора загрязнителей разных типов, особенно разливов нефтепродуктов, но и их затем дополняют иными методами переработки собранных загрязненных материалов.

Еще одна группа технологий, основанных на физических методах, относится только к рекультивации грунтов – паровая экстракция почвы (хотя

правильнее было бы называть ее вакуумной экстракцией). Очистка грунта происходит за счет откачки воздуха из вадозной зоны вакуумными насосами. Откачанный загрязненный воздух (летучесть загрязнителей дополнительно увеличивается за счет понижения давления) улавливается и очищается в специальном приемнике на поверхности. В нашей стране эта технология применяется очень ограниченно, в основном зарубежными компаниями. За рубежом же паровая экстракция почвы – одна из наиболее широко используемых технологий, которая имеет много модификаций: нагрев, позволяющий значительно повысить летучесть загрязнителей, растворенных в подпочвенных водах и самой почве, можно осуществлять с помощью электромагнитного излучения, пропускания электрического тока сквозь загрязненный участок, закачки горячего воздуха или пара и т.п. В России все эти модификации пока не получили развития.

Распространен также вариант сочетания физических методов с другими, чаще всего термическими, методами.

К физическим методам относятся и такие относительно новые технологии, основанные на включении механизмов самоочищения почв, как вспашка и взрыв. Отдельную категорию образуют специализированные технологии, такие как обработка материала (вещества) ультразвуком, ультрафиолетовым или рентгеновским излучением, СВЧ или нагретым водяным паром и т.д. Применяются для решения отдельных специфических задач, возникающих при ликвидации загрязнений, например, при обезвреживании отходов.

Криогенные технологии, повышающие хрупкость материала, эффективны при переработке полимерных материалов и т. п.

Полностью уничтожить отходы (загрязненный материал) физическими методами часто не удается, они только облегчают или ускоряют их дальнейшую переработку.

Химические методы

Химические методы ликвидации накопленного ущерба основаны на взаимодействии загрязняющих веществ и вводимых реагентов. В результате химических реакций токсичные загрязнения переходят в нетоксичные соединения или менее токсичные вещества, которые могут быть утилизированы в дальнейшем.

К химическим методам очистки относят следующие группы технологических решений.

Реагентная нейтрализация (стабилизация). Это химический процесс, в ходе которого загрязняющие вещества переходят в безопасную для окружающей среды форму. Например, при нейтрализации реагентным капсулированием твердые вязко-текучие или жидкие загрязнители под воздействием химически активных реагентов преобразуются в тонкодисперсные порошкообразные твердые продукты.

Каждая частица такого продукта представляет собой микрокапсулу, внутри которой находится загрязняющее вещество, покрытое прочной

карбонатной водонепроницаемой оболочкой, биологически нейтральной для природной среды.

Химическая экстракция. Экстракция – процесс извлечения растворителями веществ из разных объектов за счет их перехода из твердой фазы (почва) в жидкую (раствор). Химическая экстракция – удаление из отходов загрязнителей путем их химического превращения в соединения, растворимые в данном растворителе. Осуществляется за счет химического взаимодействия извлекаемых веществ с экстрагентами.

Эффективность разделения веществ в таких системах зависит от прочности образующихся соединений или комплексов. Извлечение веществ с помощью экстрагентов – процесс более сложный, чем экстракция на основе физического распределения, он осложнен побочными реакциями. В ряде случаев одновременно может происходить экстракция нескольких соединений.

В качестве экстрагентов обычно используют летучие растворители (ацетон, гексан, тетрагидрофуран и др.). Обработка происходит в промывных барабанах, затем растворитель отгоняется с помощью пара. Направлены они прежде всего на увеличение контактирующей с воздухом площади поверхности грунта, что приводит к интенсивному выветриванию загрязнителей, а также активизирует жизнедеятельность аэробных бактерий (при вспашке) и увеличивает летучесть загрязнителей за счет повышения температуры (при взрыве).

Окислительно-восстановительные методы. На них основано большинство технологий очистки природных и сточных вод – аэрация, хлорирование, озонирование.

В зависимости от поставленных задач (окисление в жидкой или в газообразной фазе, окисление на поверхности) при обезвреживании и ликвидации отходов в качестве окислителя могут быть использованы самые разные вещества, чаще всего – озон, пероксиды, кислоты (азотная, серная, соляная), перманганат калия.

Реже для обезвреживания загрязнителей в воде применяют восстановители – реактивы на основе щелочных и щелочноземельных металлов.

Электрохимическая обработка. Это метод обезвреживания отходов в электрохимическом реакторе. Используется для обработки загрязненных земель.

К размещенным в рабочей зоне электродам подводится постоянный электрический ток. В зависимости от свойств и фазового состояния отходов, перемещение загрязняющих веществ может происходить путем миграции или электроосмоса либо тем и другим способами одновременно.

Основное преимущество данного метода – возможность извлекать самые разные загрязнители, включая металлы и органические соединения.

Биологические методы

Эти методы обезвреживания отходов или рекультивации территорий основаны на уменьшении за счет биodeградации концентраций загрязняющих веществ до безопасных для окружающей среды значений.

Компостирование. Главный биологический принцип ликвидации ТКО и других отходов – их биоразложение с образованием компоста, который можно использовать в качестве удобрения. Компостирование представляет собой динамический процесс, протекающий благодаря активности сообщества живых организмов различных групп. К компостообразующим организмам относятся: микрофлора (бактерии, актиномицеты, грибы, дрожжи, водоросли); микрофауна (простейшие); макрофлора (высшие грибы); макрофауна (многоножки, клещи, ногохвостки, черви, муравьи, термиты, пауки, жуки).

В процессе компостирования участвуют множество (более 2 000) видов бактерий и не менее 50 видов грибов. Активность этих видов подразделяется на группы по температурным интервалам. Для психрофилов предпочтительна температура ниже 20 °С, для мезофилов – 20-40 °С и для термофилов – свыше 40 °С. На последней стадии компостирования, как правило, преобладают такие микроорганизмы, как мезофиллы.

Проводить компостирование можно как в полевых условиях, так и на мусороперерабатывающих заводах.

Компостирование бывает двух видов: анаэробное (разложение происходит в отсутствие кислорода) и аэробное (при наличии кислорода). Чаще других окисляющих агентов микробы используют кислород, поскольку с его участием реакции протекают гораздо быстрее. Именно поэтому аэрация задействована в большинстве методов биоразложения отходов. Идеальной считается концентрация кислорода, равная 16-18,5 %. В начале компостирования концентрация кислорода в порах составляет 15-20 %, что равноценно его содержанию в атмосферном воздухе. Концентрация углекислого газа варьирует в диапазоне 0,5-5,0 %. В процессе компостирования концентрация кислорода снижается, а углекислого газа – возрастает.

Некоторые компостные системы способны пассивно поддерживать адекватную концентрацию кислорода посредством природной диффузии и конвекции, другие системы нуждаются в дополнительном продувании воздухом или переворачивании и смешивании компостируемых субстратов.

Желательно, чтобы сырье для компостирования содержало максимум органического материала и минимум неорганических остатков (стекла, металла, пластмассы и пр.).

Использование дополнительно внесенных микроорганизмов. Это довольно большая группа методов предусматривает внесение в очищаемую среду или утилизируемые отходы специально отобранных видов микроорганизмов (консорциев) высокой концентрации. Эти микроорганизмы

ранее были выделены из почвы, селекционированы и размножены в форме препарата, готового к применению. Правильный выбор микроорганизмов позволяет с высокой степенью эффективности нейтрализовать угнетающее действие загрязняющих веществ на естественные процессы самоочищения почвы и воды, стимулировать микробиологический метаболизм, активизировать соответствующую аборигенную микрофлору и естественные процессы самоочищения, почвообразования, дыхания.

Данные методы могут быть реализованы как *in situ* (в полевых условиях), так и *ex situ* (на специальных полигонах и в реакторах).

Технологии *in situ* дешевле, так как не требуют тяжелых работ по экскавации и транспортировке отходов. К недостаткам можно отнести трудности контроля процесса биodeградации загрязняющих веществ и состояния объекта.

В технологиях *ex situ* загрязненный слой почвы снимается, его очистка происходит за пределами мест загрязнения, что значительно удорожает технологию.

При этом, как правило, применяют биореакторы, в которых созданы оптимальные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, что упрощает контроль над процессом. Преимущества: очистка требует меньше времени и происходит под полным контролем.

Комплексные методы. Зачастую биологические методы – лишь часть комплекса технологий ликвидации загрязнений и переработки отходов. Комплексные, или комбинированные методы получили широкое распространение благодаря возможности перерабатывать отходы с разными физическими и физико-химическими свойствами за счет сочетания биоразложения с инженерными, физико-химическими, термическими и пр. технологическими приемами.

В основе всех биологических методов рекультивации загрязненных территорий лежит принцип уменьшения концентрации загрязняющих веществ в почве (грунте, слоях осадочных отложений и т.д.) до безопасных для окружающей среды значений путем биоликвидации – комплексной очистки почв с использованием метаболического потенциала биологических объектов (микроорганизмов, растений, насекомых, червей).

Биореабилитация базируется на трех основных технологических решениях:

- применение растений (фитореабилитация);
- применение микроорганизмов;
- комплексная обработка, включающая применение растений и микроорганизмов, а также восстановление плодородия с помощью агроприемов (удобрения, вспашки, севооборота).

Термические методы

В настоящее время эти методы широко применяются для глубокой переработки большинства опасных отходов, а для некоторых особо опасных

отходов являются единственно возможными. Если не учитывать предварительную обработку, то практически все опасные отходы подвергаются либо захоронению (инженерные методы), либо сжигаются (термические методы). Важное для всех термических методов преимущество – почти полное уничтожение опасных органических веществ и значительное сокращение объема (в 5–15 раз) и массы (в 3–5 раз) опасных отходов в результате переработки при общем существенном понижении класса их опасности.

В нашей стране наиболее активно используются следующие основные виды термической переработки:

- непосредственное сжигание, или огневая переработка — высокотемпературное окисление в присутствии избыточного количества кислорода;

- пиролиз – термическое разложение углеводородов без подведения кислорода или в обедненной кислородом атмосфере (содержание кислорода ниже стехиометрически необходимого);

- плазменные технологии – нагрев загрязненных материалов в плазме;

- СВЧ-технологии – нагрев загрязненных материалов с помощью сверхвысокочастотного электромагнитного излучения.

В результате термической обработки загрязненные материалы преобразуются в зольный остаток и отходящие дымовые газы. Зольный остаток получается достаточно компактным и обычно имеет, по российской классификации, не выше 4-го класса опасности. Большую проблему составляют дымовые газы, поскольку при их охлаждении могут образовываться диоксины и фураны – одни из самых высокотоксичных химических соединений. Поэтому дымовые газы обычно проходят несколько дополнительных стадий очистки, таких, например, как высокотемпературное дожигание, закалка (быстрое охлаждение) и очистка от механических примесей. Это позволяет добиться высокой экологической эффективности термических методов.

В целом, термические методы считаются ликвидационными, поскольку с их помощью загрязненные материалы, включая грунты, обычно редуцируются до зольного остатка. Тем не менее в ряде случаев термическая переработка может быть использована и в рекультивационных целях. Например, для выжигания (чаще всего путем пиролиза), выпаривания или газификации нефтепродуктов из загрязненных нефтью или замазученных грунтов, нефтешламов. При этом основная масса грунта не претерпевает необратимых превращений, а потому, будучи извлеченным для термической обработки, он затем может быть возвращен на свое исходное место.

Инженерные методы

К инженерным методам ликвидации и обезвреживания отходов или рекультивации территорий относятся методы, основанные на применении сложных инженерных сооружений, устройств и технологических приемов.

В нашей стране из инженерных методов наиболее распространено захоронение отходов.

Захоронение отходов производится в случае, когда их переработка с целью вторичного использования опасна или невозможна. Обычно захоронение производится на специально оборудованных полигонах, где созданы условия для минимизации ущерба окружающей среде. К сожалению, в последнее время заметно выросло число несанкционированных захоронений. Такие стихийно обустроенные захоронения отходов могут быть чрезвычайно опасны для экологической обстановки близлежащих районов, а в отдельных случаях грозят обернуться экологической катастрофой.

Для некоторых категорий опасных отходов захоронение — единственно возможный способ их удаления. При этом должны использоваться герметичные контейнеры, прошедшие ряд специальных проверок на длительность возможного хранения. Захоронение отходов, опасных для жизнедеятельности человека или представляющих угрозу состоянию окружающей среды, должно находиться под постоянным наблюдением специалистов, обеспечивающих экологическую безопасность хранения.

Из инженерных методов рекультивации территорий в нашей стране распространены также дренаж и сооружение противofильтрационных завес.

Дренаж предусматривает осушение территорий путем сбора и отвода подземных гравитационных вод в естественные понижения (реки, озера и т. п.) или искусственные сооружения (каналы и др.). В горном деле дренаж применяется для защиты шахт и карьеров от подземных вод путем перехвата их при помощи дренажных устройств в период строительства и эксплуатации горных предприятий.

Дренажные устройства разделяются на поверхностные, подземные и комбинированные. К поверхностным относятся вертикальные водопонижающие и водопоглощающие скважины, горизонтальные дренажные скважины, иглофилтровые установки и опережающие поверхностные траншеи; к подземным — дренажные штреки, сквозные фильтры, восстающие скважины, водопонижающие колодцы, а также опережающие выработки (горизонтальные и наклонные скважины).

Комбинированные дренажные устройства включают комплекс поверхностных и подземных выработок. По схеме расположения дренажные устройства подразделяются на кустовые, линейные, контурные, сетчатые, а в разрезе — на одnogоризонтные и многогоризонтные, коллекторные и бесколлекторные; по срокам сооружения — на опережающие, параллельные и совмещенные; по срокам службы — на стабильные и скользящие (вслед за продвижением забоя).

Противofильтрационная завеса (ПФЗ) — это вертикальная или наклонная водонепроницаемая или малопроницаемая для фofильтрационного потока воды преграда, устраиваемая в грунте основания подпорного

гидротехнического сооружения и в береговых его примыканиях. ПФЗ имеет такое же назначение, как шпунтовые стенки, зубья и другие вертикальные неглубокие преграды под гидросооружениями, выполняемые обычными строительными методами. Завеса удлинит путь фильтрации, тем самым снижая величину фильтрационного давления на подошву сооружения, уменьшая скорость течения потока и количество профильтровавшейся воды. Сооружают ПФЗ физико-химическими или специальными строительными способами.

Физико-химические способы устройства противофильтрационной завесы заключаются в нагнетании (инъекции) в грунт через пробуренные скважины различных заполнителей. В рыхлых, несвязных грунтах для устройства ПФЗ применяют силикатизацию, холодную битумизацию, замораживание, цементацию и глинизацию. В скальных трещиноватых породах ПФЗ могут быть устроены путем цементации, глинизации, горячей битумизации, реже – силикатизацией и замораживанием.

Цементация заключается в нагнетании в скважины цементного или цементно-глинистого раствора в консистенции, зависящей от размеров трещин в скальных породах или от пор в рыхлых грунтах, скорости фильтрационного потока и химического состава грунтовой воды.

Глинизация наиболее эффективна в случае агрессивности фильтрационного потока и значительной трещиноватости и кавернозности скальных пород, что имеет место преимущественно в песчаниках и известняках, а также в аллювиальных грунтах. Заполнителем служит раствор из тонкодисперсных глин или смеси глины с цементом.

Силикатизация для устройства противофильтрационных завес применяется в песчаных грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 80 метров в сутки. В скважины поочередно нагнетают растворы жидкого стекла и хлористого кальция.

Замораживание из-за технической сложности и больших затрат используют только в зоне вечной мерзлоты; в средней полосе в больших производственных масштабах метод не применяется.

Для устройства противофильтрационных завес в рыхлых грунтах чаще всего применяют строительные способы двух типов: свайный и траншейный.

ПФЗ свайного типа состоят из взаимно перекрывающихся забетонированных скважин большого диаметра. Достоинство свайного метода – его универсальность, применимость для самых разных инженерно-геологических условий, например, когда инъекционные методы оказываются ненадежными или даже невозможными (в случае мелкопористых грунтов). Бетонную противофильтрационную завесу свайного типа можно заглублять на 50-60 м и более.

Противофильтрационные завесы траншейного типа являются развитием ПФЗ свайного типа. При их формировании разрабатывают и бетонируют не отдельные скважины, а траншеи длиной 5-10 м и шириной 0,3-1,0 м.

ПФЗ траншейного типа также применяется почти во всех грунтах, включая неоднородные и переслаивающиеся.

Физико-химические методы

Применяются как для переработки и утилизации, так и для обезвреживания промышленных и коммунальных отходов. Эффективность физико-химических процессов в значительной степени зависит от природно-климатических условий применения, а также от свойств обрабатываемого материала.

Физико-химические методы очистки загрязненных грунтов основаны на использовании таких процессов и явлений, как сорбция и десорбция, коагуляция, флотация, ионный обмен, диффузия и т. п., позволяющих удалять загрязняющие вещества или связывать их в месте обработки. Наиболее широко данные методы применяются для водоочистки, в меньшей степени – для очистки почв и горных пород.

Физико-химические методы включают следующие группы технологических решений:

- затвердевание/стабилизация;
- промывка почвы;
- сорбция;
- фильтрация.

Большинство этих методов находит применение в рекультивации почв и грунтов. Для ликвидации загрязнений чаще всего используют технологии на основе отверждения/стабилизации; для подземных и грунтовых вод может также применяться фильтрация.

Отверждение/стабилизация (искусственное камнеобразование) – одно из перспективных направлений решения экологических задач. При этом одновременно происходит формирование материала (искусственного камня), пригодного для строительства. В России с помощью данной технологии часто обезвреживают (изолируют) радиоактивные вещества, но сформированные при этом цементные или битумные блоки нельзя применять в народном хозяйстве, поэтому их захоранивают в специальных хранилищах.

Фильтрация. Один из наиболее эффективных методов глубокой очистки подземных и грунтовых вод – фильтрация на основе сорбционно-мембранного отделения загрязнителей. Жидкие радиоактивные отходы, собранные на микропористом мембранном фильтре с плазмохимическим покрытием, преобразуются в минералоподобный камень с повышенной водоустойчивостью и механической прочностью. Такой камень подлежит долговременному хранению и захоронению.

Адсорбция. Наиболее распространенный физико-химический метод реабилитации почв, грунтов и подземных вод с использованием адсорбирующих материалов: минеральных сорбентов, углей, древесных опилок, пемзы, торфа, торфяного мха и пр.

Органоминеральные сорбенты на основе продуктов пиролиза древесины – это экологически чистое натуральное (в отличие от

синтетических сорбентов) сырье. Они просты в утилизации, однако извлечь из них собранные нефтепродукты для дальнейшего использования невозможно. Такую возможность предоставляют современные полимерные сорбенты, обеспечивающие отделение до 97-98 % нефти и нефтепродуктов.

Адсорбенты органического и неорганического происхождения перед применением могут гранулироваться и пропитываться гидрофобизаторами. Придание гранулированным адсорбентам и жидкостям магнитных свойств позволяет после адсорбции нефти легко удалить адсорбенты магнитом.

Промывка почв. Этот термин объединяет физико-химические методы очистки почв на основе процессов коагуляции, флотации и десорбции.

Десорбция из почвы загрязняющих веществ по этой технологии происходит в промывных барабанах, часто под высоким давлением. Для более полной десорбции органических веществ или тяжелых металлов в воду добавляют выщелачивающие агенты, поверхностно-активные или хелатирующие вещества. При очистке почв применяют различные минеральные коагулянты: соли алюминия, железа, магния, известь, отработанные растворы отдельных производств. Вместо коагулянтов можно применять водные растворы полимеров, молекулы которых содержат полярные функциональные группы – флокулянты. Их активно используют в процессах десорбции загрязнителей из почв и грунтов, хотя они заметно удорожают процесс. Кроме того, нужна дополнительная очистка почвы с целью ее нейтрализации. К преимуществам промывки почвы можно отнести ее относительную простоту и большой опыт применения. Однако эта технология не универсальна, наиболее эффективно использовать ее для очистки грубых и песчаных почв.

Затрудняет промывку и высокий уровень содержания в почве органических веществ. Вероятно возникновение сложностей с удалением из промывных вод низкодисперсных частиц почвы (ила, глины), которые могут содержать высокие концентрации токсичных веществ. Кроме того, промывные воды нуждаются в дополнительной обработке и утилизации. Для очистки почвы, содержащей сложную смесь загрязняющих веществ, требуется неоднократное промывание.

Характеристика методов ликвидации НВОС применительно к объектам размещения отходов представлена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Характеристика методов ликвидации НВОС

Группа методов	Методы, составляющие группу	Назначение метода	Суть метода	Результат применения метода	Экологический эффект применения метода
Физические методы	Дробление, сортировка и брикетирование	Вспомогательные и предварительные меры (подготовка материала к дальнейшей переработке)	Механическая обработка (измельчение) отходов шламов или загрязненных грунтов	Измельченный материал, пригодный для переработки термическим или химическим методами либо захоронения	Поступление пыли в атмосферу, образование вторичных отходов
	Паровая экстракция почвы	Извлечение летучих загрязняющих веществ	Откачка воздуха из вадозной зоны вакуумными насосами. Откачанный загрязненный воздух (летучесть загрязнителей дополнительно увеличивается за счет понижения давления) улавливается и очищается в специальном приемнике на поверхности	Удаление из почвы высоко- и средне-летучих органических загрязнителей. Уменьшение концентрации загрязняющих веществ в почве	Снижение биологической активности почв, нарушение баланса почвенных микроорганизмов
	Вспашка и взрыв	включение механизмов самоочищения почв	Увеличение контактирующей с воздухом площади поверхности грунта, что приводит к интенсивному выветриванию загрязнителей, а также активизирует жизнедеятельность аэробных бактерий (при вспашке) и увеличивает летучесть загрязнителей за счет повышения температуры (при взрыве)	(грунте, слоях осадочных отложений и т.д.) до безопасных для окружающей среды значений	Нарушение естественных сложения и структуры почв, рассеивание летучих загрязняющих веществ и твердых частиц при взрыве

Группа методов	Методы, составляющие группу	Назначение метода	Суть метода	Результат применения метода	Экологический эффект применения метода
Физические методы	Обработка материала (вещества) ультразвуком, ультрафиолетовым или рентгеновским излучением, СВЧ или нагретым водяным паром и т.д.	Применяются для решения отдельных специфических задач, возникающих при ликвидации загрязнений, например, при обезвреживании грунтов и отходов	Воздействие на материалы ультразвуком, ультрафиолетовым или рентгеновским излучением, СВЧ способствует разрушению и (или) преобразованию молекул загрязняющих веществ, приводит к потере токсичности. Обработка грунта нагретым водяным паром способствует его обеззараживанию и удалению летучих компонентов	Уменьшение концентрации загрязняющих веществ в почве (грунте, слоях осадочных отложений и т.д.) до безопасных для окружающей среды значений	Изменение структуры почвенного поглощающего комплекса, pH, окислительно-восстановительного потенциала, что влечет за собой изменение условий почвообразования
	Криогенные технологии	Разрушение материала за счет повышения его хрупкости	Криогенное измельчение – вид обработки, предусматривающий измельчение и просеивание охлажденных до низких температур отходов, в том числе заполненной и порожней упаковки, в инертной атмосфере (в присутствии инертного газа) [16]	Конечным продуктом криогенной обработки являются фракции отходов: черные и цветные металлы, полимеры и др.	Применение криогенных технологий для почв приводит к подавлению биологической активности, изменению почвенной структуры
Химические методы	Реагентная нейтрализация (стабилизация)	Перевод загрязняющих веществ в безопасную для окружающей среды форму в результате химической реакции	Например, при нейтрализации реагентным капсулированием твердые вязкотекучие или жидкие загрязнители под воздействием химически активных реагентов преобразуются в тонкодисперсные порошкообразные твердые продукты. Каждая частица такого продукта представляет собой микрокапсулу, внутри которой находится загрязняющее вещество, покрытое прочной карбонатной водонепроницаемой оболочкой, биологически нейтральной для природной среды	Уменьшение концентрации загрязняющих веществ в почве (грунте, слоях осадочных отложений и т.д.) до безопасных для окружающей среды значений	Изменение биологической активности, структуры, физико-химических показателей почв

Группа методов	Методы, составляющие группу	Назначение метода	Суть метода	Результат применения метода	Экологический эффект применения метода
Химические методы	Реагентная нейтрализация (стабилизация)	Удаление из отходов и грунтов загрязнителей путем их химического превращения в соединения, растворимые в применяемом растворителе	Загрязненная масса (отработанные технические масла, загрязненные грунты, содержащие нефтепродукты, органические соли металлов, хлорсодержащие вещества, в том числе ПХБ, пестициды/инсектициды) и растворитель смешиваются в экстракторе, в котором загрязняющие вещества переходят в растворитель. Экстрагент затем перерабатывается для удаления загрязняющих веществ		
	Окислительно-восстановительные методы	Очистка природных и сточных вод	Окисление в жидкой или в газообразной фазе, окисление на поверхности		
	Электрохимическая обработка	Обезвреживание отходов и грунтов в электрохимическом реакторе, извлечение различных загрязнителей, включая металлы и органические соединения	К размещенным в рабочей зоне электродам подводится постоянный электрический ток. В зависимости от свойств и фазового состояния отходов, перемещение загрязняющих веществ может происходить путем миграции или электроосмоса либо тем и другим способами одновременно		
Биологические методы	Компостирование	Биоразложение отходов и грунтов с образованием компоста, который можно использовать в качестве удобрения	Компостирование представляет собой динамический процесс, протекающий благодаря активности сообщества живых организмов различных групп. Проводить компостирование можно как в полевых условиях, так и на мусоропе-	Результатом компостирования, в зависимости от чистоты поступающих отходов, может быть компост, технический грунт	Оптимизация биологических свойств почв и грунтов, повышение содержания органического вещества

Группа методов	Методы, составляющие группу	Назначение метода	Суть метода	Результат применения метода	Экологический эффект применения метода
Биологические методы			перерабатывающих заводах. Компостирование бывает двух видов: анаэробное и аэробное.	или другой ценный ресурс, используемый в качестве удобрения, для изоляции отходов на полигонах, их рекультивации и в других целях	
	Использование дополнительно внесенных микроорганизмов	Нейтрализация угнетающего действия загрязняющих веществ на естественные процессы самоочищения почвы и воды, стимулирование микробиологического метаболизма, активизация аборигенной микрофлоры и естественных процессов самоочищения, почвообразования, дыхания	Внесение в очищаемую среду или утилизируемые отходы специально отобранных видов микроорганизмов (консорциев) высокой концентрации, выделенных ранее из почвы, селекционированных и размноженных в форме препарата, готового к применению. Метод может быть реализован как <i>in situ</i> (в полевых условиях), так и <i>ex situ</i> (на специальных полигонах и в реакторах)	Уменьшение концентрации загрязняющих веществ в почве (грунте, слоях осадочных отложений и т.д.) до безопасных для окружающей среды значений	
	Комплексные методы	Переработка материалов с разными физическими и физико-химическими свойствами	Сочетание биоразложения с инженерными, физико-химическими, термическими и пр. технологическими приемами	Уменьшение концентрации загрязняющих веществ в почве (грунте, слоях осадочных отложений и т.д.) до	«Смягчение» негативных последствий инженерных, физико-химических, термических и пр. технологических приемов.

Группа методов	Методы, составляющие группу	Назначение метода	Суть метода	Результат применения метода	Экологический эффект применения метода
				безопасных для окружающей среды значений	Сохранение или восстановление биологических свойств почвы
Термические методы	Непосредственное сжигание, или огневая переработка	Глубокая переработка или ликвидация опасных отходов	Высокотемпературное окисление в присутствии избыточного количества кислорода	Почти полное уничтожение опасных органических веществ и значительное сокращение объема (в 5–15 раз) и массы (в 3–5 раз) опасных отходов в результате переработки при общем существенном понижении класса их опасности	Появление вторичных газообразных загрязнителей и отходов, требующих применения экозащитных технологий утилизации
	Пиролиз		Термическое разложение углеводородов без подведения кислорода или в обедненной кислородом атмосфере (содержание кислорода ниже стехиометрически необходимого)		
	Плазменные технологии		Нагрев загрязненных материалов в плазме		
	СВЧ-технологии		Нагрев загрязненных материалов с помощью сверхвысокочастотного электромагнитного излучения		
Инженерные методы	Захоронение отходов	Производится в случае, когда переработка отходов с целью вторичного использования опасна или невозможна	Захоронение производится на специально оборудованных полигонах, где созданы условия для минимизации ущерба окружающей среде	Консервация опасных для окружающей среды веществ в течение длительного времени.	Выведение территорий захоронения из хозяйственного оборота, вероятность возникновения «отсроченного» экологического ущерба
	Дренаж	Дренажные системы, устраиваемые на ОРО, предназначены для отвода и сбора	Устройство систем отведения, сбора, очистки фильтрационных и ливневых вод	Уменьшение концентрации загрязняющих веществ в фильтрационных и	Накопление загрязненных вод, требующих очистки и утилизации

Группа методов	Методы, составляющие группу	Назначение метода	Суть метода	Результат применения метода	Экологический эффект применения метода
Инженерные методы		технологических и сточных вод при эксплуатации ОРО без нарушения целостности систем противofильтрационного и ограждающих устройств.		поверхностных водах ОРО до безопасных для окружающей среды значений	
	Противofильтрационная завеса (ПФЗ)	Применяются на ОРО, сооружаемых либо непосредственно на малопроницаемых грунтах (глинистых, слабо-трещиноватых, скальных и др.), которые можно рассматривать как водоупор, либо на проницаемых грунтах ограниченной мощности (обычно около 10-15 м), подстилаемых водоупором, при наличии возможности устройства ПФЗ, полностью перерезающих эти грунты [34]	Создание вертикальной или наклонной водонепроницаемой или малопроницаемой для фofiltrационного потока воды преграды, устраиваемой в грунте основания сооружения. Завеса удлиняет путь фofiltrации, тем самым снижая величину фofiltrационного давления на подошву сооружения, уменьшая скорость течения потока и количество профofiltrовавшейся воды. Сооружают ПФЗ физико-химическими или специальными строительными способами	Защита подземных вод от фofiltrата ОРО. Применение ПФЗ наиболее экологически эффективно, когда водоупорные породы под ОРО располагаются относительно неглубоко и технически возможно обеспечить сопряжение водоупорных пород и ПФЗ, прорезающей полностью слои проницаемых водовмещающих пород	

Группа методов	Методы, составляющие группу	Назначение метода	Суть метода	Результат применения метода	Экологический эффект применения метода
Инженерные методы	Цементация	Устранение просадочных свойств грунтов, защита подземных вод	Нагнетание в скважины цементного или цементно-глинистого раствора в консолидации, зависящей от размеров трещин в скальных породах или от пор в рыхлых грунтах, скорости фильтрационного потока и химического состава грунтовой воды	Предотвращение миграции из почв загрязняющих токсичных веществ	Привнесение в природные объекты техногенных элементов, нарушение структуры пород и грунтов
	Глинизация		Заполнение трещин и каверн скальных пород, преимущественно песчаников и известняков, а также аллювиальных грунтов, раствором из тонкодисперсных глин или смесью глины с цементом		Изменение гранулометрического состава, структуры, сложения естественных пород и грунтов
	Силикатизация		В скважины поочередно нагнетают растворы жидкого стекла и хлористого кальция. Применяется в песчаных грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 80 метров в сутки		
	Замораживание	Консервация загрязненных материалов	Используют только в зоне вечной мерзлоты		Вероятность возникновения «отсроченного» экологического ущерба при изменении климата и растеплении грунтов
Физико-химические методы	Отверждение/стабилизация (искусственное камнеобразование)	Обезвреживание материалов и формирование материала (искусственного камня), пригодного для строительства	Загрязненный материал (почва) превращается в твердую массу с низкой пористостью/проницаемостью и низкой скоростью выщелачивания. Это происходит при взаимодействии со связующим веществом. Процесс занимает некоторое	Предотвращение миграции из почв загрязняющих токсичных веществ	Привнесение в природные объекты техногенных элементов, нарушение структуры, сложения пород и грунтов

Группа методов	Методы, составляющие группу	Назначение метода	Суть метода	Результат применения метода	Экологический эффект применения метода
Физико-химические методы			время, в течение которого увеличивается прочность и снижается проницаемость материала. Для отверждения применяют такие связующие вещества (реагенты), как цемент, битум/асфальт, известь, соединения фосфора, кремния и пр., которые механически перемешивают с загрязненной почвой, грунтом или отходами		
	Фильтрация	Глубокая очистка подземных и грунтовых вод – фильтрация на основе сорбционно-мембранного отделения загрязнителей	Жидкие радиоактивные отходы, собранные на микропористом мембранном фильтре с плазмохимическим покрытием, преобразуются в минералоподобный камень с повышенной водоустойчивостью и механической прочностью. Такой камень подлежит долговременному хранению и захоронению	Предотвращение миграции из почв загрязняющих токсичных веществ	Вероятность возникновения «отсроченного» экологического ущерба при нарушении герметичности покрытия «камня»
	Адсорбция	Реабилитация почв, грунтов и подземных вод с использованием адсорбирующих материалов: минеральных сорбентов, углей, древесных опилок, пемзы, торфа, торфяного мха и пр.	Органоминеральные и полимерные сорбенты перед применением могут гранулироваться и пропитываться гидрофобизаторами. Придание гранулированным адсорбентам и жидкостям магнитных свойств позволяет после адсорбции нефти легко удалить адсорбенты магнитом	Извлечение загрязняющих веществ из почв, грунтов и подземных вод	Появление вторичных отходов, требующих обезвреживания и утилизации

Группа методов	Методы, составляющие группу	Назначение метода	Суть метода	Результат применения метода	Экологический эффект применения метода
Физико-химические методы	Промывка почв	Очистка почв на основе процессов коагуляции, флотации и десорбции	Десорбция из почвы загрязняющих веществ по этой технологии происходит в промывных барабанах, часто под высоким давлением. Для более полной десорбции органических веществ или тяжелых металлов в воду добавляют выщелачивающие агенты, поверхностноактивные или хелатирующие вещества. При очистке почв применяют различные минеральные коагулянты: соли алюминия, железа, магния, известь, отработанные растворы отдельных производств. Вместо коагулянтов можно применять водные растворы полимеров, молекулы которых содержат полярные функциональные группы – флокулянты. Их активно используют в процессах десорбции загрязнителей из почв и грунтов, хотя они заметно удорожают процесс. Кроме того нужна дополнительная очистка почвы с целью ее нейтрализации. Для очистки почвы, содержащей сложную смесь загрязняющих веществ, требуется неоднократное промывание	Извлечение загрязняющих веществ из почвы. Уменьшение концентрации загрязняющих веществ в фильтрационных и поверхностных водах ОРО до безопасных для окружающей среды значений	Очистка почв сопровождается образованием загрязненных промывных вод нуждающихся в дополнительной обработке и утилизации

Социально-экономический аспект ликвидации накопленного вреда окружающей среде

Существование объектов НВОС чревато значительными негативными последствиями для природной среды и населения.

Объект НВОС может в той или иной мере воздействовать на окружающую среду в течение всего времени его существования. При этом концентрации загрязняющих (вредных) веществ и содержание микроорганизмов в его импактной зоне могут в десятки, сотни и даже тысячи раз превышать допустимые нормативы. В зависимости от времени существования объекта НВОС площади земель и водных объектов, куда из него поступают загрязняющие вещества, могут достигать десятки и сотни гектаров, а объемы загрязненных подпочвенных вод – сотни и тысячи кубометров.

Таким образом, негативное воздействие объектов НВОС на окружающую среду делает невозможным использование значительных площадей земель, а также поверхностных и подземных вод практически для любых хозяйственных целей.

«Наибольшее влияние на социальную сферу оказывают те территории, подвергнутые экологическим обременениям («экологическому ущербу»), которые располагаются в границах населенных пунктов и на землях промышленности, т. к. они оказывают непосредственное влияние на здоровье более чем 60 млн жителей Российской Федерации, проживающих в городах и работающих на предприятиях» [67].

В настоящее время в стране разработаны и утверждены различные методические документы, с помощью которых можно оценить (рассчитать) вред (ущерб), нанесенный различным водным объектам, почвам, лесным насаждениям и другим биологическим ресурсам в результате техногенного воздействия. Эти методики вполне пригодны для оценок (расчетов) при кратковременном (локализованном) воздействии на окружающую среду, когда известны площадь загрязнения и виды загрязняющих веществ.

Однако объекты НВОС могут воздействовать на окружающую среду в течение очень продолжительного времени, причем одновременно на земли (почвы), подземные воды, атмосферный воздух, а значит, и на население и биологические ресурсы. При этом может постепенно меняться площадь загрязнения (например, за счет миграции фильтрата из свалочного тела) и интенсивность воздействия (например, при выбросах свалочного газа), происходить трансформация загрязняющих веществ, увеличиваться число сред, подверженных воздействию (например, за счет проникновения загрязняющих веществ с поверхности в подпочвенные воды). Таким образом, для оценки (расчета) последствий воздействия объекта НВОС на окружающую среду необходимо разработать новые методические документы, причем, вероятно, применимые к конкретным типам объектов НВОС.

Принимая во внимание вышеизложенное, можно сделать вывод, что социально-экономический эффект от ликвидации объектов НВОС включает в себя:

- экономический эффект от вовлечения в хозяйственный оборот ранее непригодных к использованию земель;
- экологический эффект от прекращения загрязнения компонентов окружающей среды;
- социальный эффект заключается в улучшении условий проживания населения.

Эколого-геохимический мониторинг загрязненных территорий в рамках проведения работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде

Ликвидация накопленного вреда окружающей среде на объектах размещения отходов включает два основных аспекта:

- прекращение размещения и обезвреживания отходов на объекте (территории), ликвидация либо изоляция источника вредного воздействия на окружающую среду с целью прекращения этого воздействия;
- ликвидация собственно накопленного экологического вреда (санация, рекультивация земель, реабилитация подземных вод и поверхностных водных объектов).

Подготовительный этап работ по ликвидации накопленного вреда включает в себя проведение необходимых обследований объекта, в том числе инженерно-экологических, инженерно-геологических, инженерно-геодезических и инженерно-гидрометеорологических изысканий.

Таким образом, ликвидация накопленного вреда окружающей среде начинается с экологического мониторинга территории.

Непосредственное выполнение работ в соответствии с проектными решениями также включает обязательный экологический контроль.

Завершающим этапом ликвидации накопленного вреда является реализация программы экологического мониторинга всех компонентов окружающей среды в районе проведения работ.

Основные требования к организации и осуществлению производственного экологического мониторинга изложены в ГОСТ Р 56059-2014 [30]. Они включают цели и задачи мониторинга, выбор объекта мониторинга и мест наблюдений (точек отбора проб, постов наблюдений), определение перечня контролируемых параметров с учетом установленных нормативов допустимого воздействия на окружающую среду, выбора методов наблюдений, оформление и назначение результатов мониторинга.

Одним из видов экологического мониторинга является геохимический мониторинг – систематические наблюдения за состоянием и загрязнением природных компонентов геосферы.

Первым этапом геохимического мониторинга является эколого-геохимическая оценка природной среды, основные аспекты которой изложены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Основные аспекты эколого-геохимической оценки природной среды [95]

Природные компоненты	Цель изучения	Оцениваемые показатели	Представляемый для анализа материал
Снег	Оценка уровня загрязнения атмосферы техногенными загрязняющими веществами	Общая запыленность, содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, техногенных радионуклидов и других вредных веществ (бенз(а)пирен, пестициды и др.)	Карта общей запыленности; Карты распределения ТМ; Карта распределения суммарного показателя загрязнения (СПЗ) снегового покрова
Почва	Оценка уровня загрязнения почв техногенными загрязняющими веществами за длительный период времени	Определение общей радиоактивности, содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, Th, техногенных радионуклидов и других вредных веществ при необходимости (бенз(а)пирен, пестициды и т.д.)	Карты распределения ТМ, радиоактивности; Карта СПЗ почвы; разрабатывается экологический стандарт почв региона
Биота	Оценка уровня загрязнения биомассы техногенными загрязняющими веществами за длительный период времени	Содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, Th, техногенных радионуклидов и др. вредных веществ при необходимости	Карта распределения ТМ и др. веществ; Карта СПЗ биомассы
Вода	Оценка уровня загрязнения воды техногенными загрязняющими веществами на данный момент времени	Содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, техногенных радионуклидов и др. вредных веществ при необходимости	Карты распределения ТМ и др.; Карта СПЗ воды; разрабатывается экологический стандарт воды региона
Атмосфера	Оценка уровня загрязнения воздуха на момент измерения	Пыль, двуокись серы, окись углерода, двуокись азота, окись азота, аммиак, сероводород, хлор и др. вредные вещества при необходимости	Карты загрязнения воздуха; Карта СПЗ воздуха
Донные отложения	Оценка уровня загрязнения донных отложений техногенными загрязняющими веществами за длительный период времени	Определение общей радиоактивности, содержание не менее 23 элементов по ГОСТу, содержание U, Th, техногенных радионуклидов и др. вредных веществ при необходимости (бенз(а)пирен, пестициды и т.д.)	Карты распределения ТМ, радиоактивности; Карта СПЗ донных отложений

Природные компоненты	Цель изучения	Оцениваемые показатели	Представляемый для анализа материал
Солевые отложения	Оценка уровня загрязнения объекта техногенными загрязняющими веществами за длительный период времени	Определение общей радиоактивности, содержание не менее 23 элементов по ГО-СТу, содержание U, Th, техногенных радионуклидов и др. вредных веществ при необходимости (бенз(а)пирен, пестициды и т.д.)	Карты распределения ТМ, радиоактивности; Карта СПЗ солевых отложений

Результаты геохимических исследований позволят определить зону воздействия источника загрязнения и установить перечень химических элементов, характерных для него.

Следующим этапом мониторинга является проведение атмогеохимических, ландшафтных, почвенных, геоботанических, биологических, медико-геохимических, минералогических, радиографических исследований.

Атмогеохимический метод исследований предназначается для изучения пылевой нагрузки и особенностей вещественного состава пыле-аэрозольных выпадений изучаемой территории.

Ландшафтные и почвенные исследования позволяют детально изучить ландшафты, почвенные разрезы, химический и минеральный состав почв и подстилающих материнских пород с определением первичных компонентов, различных новообразований, подвижных и валовых форм большого числа макро- и микрокомпонентов, радионуклидов и их изотопов, а также фосфора, калия, азота, гумуса и других показателей [79; 21; 61; 17].

Геоботанические и биологические методы включают изучение природного и техногенного загрязнения растительности и биоты.

Минералогические методы позволяют по данным эколого-геохимических исследований в пробах изучить минеральный состав атмосферных выпадений, почв и установить присутствие техногенных составляющих, характерных для предприятий.

Основными методами в составе комплекса минералогических исследований являются рентгенофазовый анализ, микрорентгеноспектральный микрозондовый и электронная микроскопия [22-24].

Радиографический метод (f-радиография) позволит установить пространственное распределение U-235, для которого максимальная чувствительность определения составляет $n \times 10^{-10} \%$. В основу метода f-радиографии положено вынужденное деление тяжелых радиоактивных элементов. Детекторами осколков вынужденного деления в f-радиографии служат специально подобранные внешние детекторы (лавсан, макрофол,

стекло, слюда и др.), прилегающие вплотную к поверхности объекта во время облучения. После облучения, детектор отделяют от исследуемого объекта и подвергают химическому травлению. Химическое травление делает дефекты (треки) структуры радиоактивного происхождения в детекторе видимыми в оптическом микроскопе при увеличениях 100х – 400х.

При постановке работ мониторинга вначале составляется программа по организации и ведению мониторинга, в которой предусматривают предварительный сбор и анализ по площади, намеченной к исследованию, опубликованных и фондовых материалов, характеризующих природные условия и особенности сельскохозяйственного и промышленного производства.

Площади проведения мониторинга могут быть обеспечены комплектом мелкомасштабных карт и схем, в том числе топографических, материалами аэрокосмических, почвенных, геологических, геохимических, радиометрических, гидрогеологических и других съемок, данными специальных экологических исследований по сельскохозяйственному и промышленному производству, сведениями по климату и их фоновыми характеристиками.

Результатом работы является карта фактического материала, синтезирующая все точки наблюдений, по которым получены интересующие сведения.

В зависимости от сложности строения площадей, геологической, гидрогеологической, геофизической, геохимической, агрохимической, биологической изученности, дешифрируемости МАКС, объемов опубликованных и фондовых материалов, устанавливается общая продолжительность подготовительного периода для мониторинга от 3 до 6 месяцев.

Исследования при мониторинге начинаются с рекогносцировочного обследования района работ отдельными маршрутами для идентификации установленных в ходе подготовительного периода специфических особенностей природной среды и воздействующих на нее техногенных нагрузок. В маршрутах непрерывно ведутся геоморфологические, почвенные, геоботанические, гидрогеологические и другие необходимые наблюдения для уточнения мест точек отбора объектов природной среды, а также мест заложения шурфов и скважин.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ И
РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ

7. Тесты к разделу 1 Понятия и определения в сфере геохимических исследований накопленного вреда окружающей среде (НВОС)

7.1. Комплекс работ, направленных на восстановление плодородия земель, утраченного в результате вынужденного нарушения в процессах техногенной деятельности, называется.... (выбрать один правильный ответ)

- А) рекультивацией земель;
- Б) озеленением;
- В) корректировкой ландшафта.

7.2. Какие виды потерь используют при определении оценки ущерба от загрязнения окружающей среды? (выбрать один правильный ответ)

- А) прямые потери;
- Б) прямые и косвенные потери;
- В) косвенные.

7.3. Что понимается под термином «паспорт загрязненной в прошлом территории»? (выбрать один правильный ответ)

- А) технический документ, содержащий сведения о загрязнениях территорий в результате прошлой хозяйственной деятельности;
- Б) технический документ, содержащий достоверные сведения о площади, масштабах и видах загрязнения территорий в результате прошлой хозяйственной деятельности;
- В) технический документ, содержащий достоверные сведения о площади, масштабах и видах загрязнения территорий в результате прошлой хозяйственной деятельности, разрабатываемый администрацией муниципального образования.

7.4. В чем выражается ответственность за нанесенный в прошлом экологический ущерб? (выбрать один правильный ответ)

- А) в денежных единицах стоимости ликвидации;
- Б) в уменьшении последствий;
- В) в компенсации ущерба;
- Г) верны все ответы.

7.5. В чем заключается экологическая безопасность объекта? (выбрать один правильный ответ)

- А) в сохранении и обеспечении жизненно важных интересов людей, государства, общества и окружающей среды;
- Б) в защите окружающей среды от негативных воздействий антропогенного и природного воздействия;
- В) в сохранении и обеспечении важных интересов людей, общества, государства и окружающей среды от негативных антропогенных и природных воздействий.

7.6. Необходимо правильно соотнести типы геохимических потоков и их источники

1. Аэрогенные	А) связаны с выпадением химических элементов из водных потоков
2. Гидрогенные	Б) связаны с распространением отходов, внесением отходов в качестве удобрений, засыпкой отходами при строительстве
3. Биогенные	В) связаны с выпадением химических элементов из воздушных потоков
4. Вейстогенные	Г) связаны с особенностями ведения сельского и лесного хозяйства — внесение удобрений, ядохимикатов, агротехническая обработка почв
5. Агрогенные	Д) обусловлены концентрированием химических элементов живыми организмами

1	2	3	4	5

7.7. Что называется ядром ореола? (выбрать один правильный ответ)

А) зона наиболее слабого загрязнения, наблюдаемого в связи с данным источником;

Б) зона, не имеющая загрязнения, наблюдаемого в связи с данным источником;

В) зона наиболее сильного загрязнения, наблюдаемого в связи с данным источником.

7.8. Периферическая часть ореолов — это... (выбрать один правильный ответ)

А) зона слабого загрязнения;

Б) зона среднего и слабого загрязнения;

В) зона среднего и сильного загрязнения.

7.9. Что является единовременным, периодическим или постоянным процессом, последствиями которого являются негативные изменения окружающей среды? (выбрать один правильный ответ)

А) воздействие на окружающую среду;

Б) загрязнение почв и земель;

В) геохимический поток рассеяния.

7.10. Изменение окружающей среды — это... (выбрать один правильный ответ)

А) обратимые и необратимые изменения состояния почв и земель, возникающие в результате негативного воздействия на них;

Б) обратимые или необратимые изменения состояния природных объектов и комплексов, возникающие в результате негативного воздействия на них;

В) обратимые или необратимые изменения состояния заповедников и акваторий, возникающие в результате негативного воздействия на них.

7.11. Что является негативным изменением окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов? (выбрать один правильный ответ)

- А) вред окружающей среде;
- Б) экологический ущерб;
- В) захламление почв и земель.

7.12. Совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов – это... (выбрать один правильный ответ)

- А) среда обитания человека;
- Б) природная среда;
- В) окружающая среда.

7.13. Впишите буквы из правого столбца, соответствующие определению из левого столбца.

1. Совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов	А) среда обитания человека
2. Совокупность объектов, явлений и факторов окружающей (природной и искусственной) среды, определяющая условия жизнедеятельности человека	Б) природная среда
3. Совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов	В) окружающая среда

1	2	3

7.14. Выберите неверные утверждения. Окружающая среда – это...

- А) совокупность объектов, явлений и факторов окружающей (природной и искусственной) среды, определяющая условия жизнедеятельности человека;
- Б) совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов;
- В) совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

7.15. Согласно определению природно-антропогенный объект – это... (выбрать один правильный ответ)

- А) природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение;
- Б) естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства;
- В) объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.

7.16. Назовите основные компоненты природной среды (выбрать один правильный ответ).

А) естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства;

Б) земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле;

В) естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства.

7.17. Выберите верное определение. Природный объект – это:

А) объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов;

Б) природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение;

В) естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства.

7.18. Экологический ущерб (вред) – это... (выбрать один правильный ответ)

А) вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме;

Б) негативные последствия, вызванные загрязнением окружающей среды, утратой и истощением природных ресурсов, разрушением экосистем, создающие реальную угрозу для здоровья человека, растительного и животного мира, а также для материальных ценностей;

В) негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов.

7.19. Верно или неверно утверждение: «Накопленный вред окружающей среде – вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме»

А) верно;

Б) неверно.

7.20. Что такое вред, нанесенный в прошлом почвам и землям? (выбрать один правильный ответ)

А) территории и акватории, на которых выявлен накопленный вред окружающей среде, объекты капитального строительства и объекты размещения отходов, являющиеся источником накопленного вреда окружающей среде;

Б) изменение состояния почв и земель, приводящее к частичной или полной утрате их способности выполнять свои природные и экологические функции в результате неправомерных действий, в том числе запечатывание территории при осуществлении хозяйственной или иной деятельности в прошлом;

В) негативные последствия, вызванные загрязнением окружающей среды, утратой и истощением природных ресурсов, разрушением экосистем, создающие реальную угрозу для здоровья человека, растительного и животного мира, а также для материальных ценностей.

7.21. Впишите букву из правого столбца, соответствующую определению из левого столбца.

1. Стоимостное выражение затрат, необходимых для восстановления окружающей среды до устойчивого состояния	А) вред, нанесенный в прошлом почвам и землям
2. Состояния почв и земель, приводящее к частичной или полной утрате их способности выполнять свои природные и экологические функции в результате неправомерных действий, в том числе запечатывание территории при осуществлении хозяйственной или иной деятельности в прошлом	Б) экологический ущерб (вред)
3. Негативные последствия, вызванные загрязнением окружающей среды, утратой и истощением природных ресурсов, разрушением экосистем, создающие реальную угрозу для здоровья человека, растительного и животного мира, а также для материальных ценностей	В) экономическая оценка вреда, нанесенного окружающей среде

1	2	3

7.22. Впишите букву из правого столбца, соответствующую определению из левого столбца

1. Вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме	А) экологический ущерб (вред)
2. Негативные последствия, вызванные загрязнением окружающей среды, утратой и истощением природных ресурсов, разрушением экосистем, создающие реальную угрозу для здоровья человека, растительного и животного мира, а также для материальных ценностей	Б) накопленный вред окружающей среде
3. Негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов	В) вред окружающей среде

1	2	3

7.23. Установите соответствие понятий и их определений.

А) антропогенный объект	1. Комплекс функционально и естественно связанных между собой природных объектов, объединенных географическими и иными соответствующими признаками
Б) природный комплекс	2. Вещество или смесь веществ и микроорганизмов, которые в количестве и (или) концентрациях, превышающих установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмы нормативы, оказывают негативное влияние на окружающую среду, жизнь, здоровье человека
В) природный ландшафт	3. Объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов
Г) загрязняющее вещество	4. Территория, которая не подверглась изменению в результате хозяйственной и иной деятельности и характеризуется сочетанием определенных типов рельефа местности, почв, растительности, сформированных в единых климатических условиях

А	Б	В	Г

7.24. Объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией – это... (выбрать один правильный ответ):

- А) антропогенный объект;
- Б) природный ландшафт;
- В) естественная экологическая система;
- Г) природный комплекс.

7.25. Какое из указанных ниже определений относится к понятию «геохимическая миграция»? (выбрать один правильный ответ)

А) неразрывный комплекс процессов, приводящих к перераспределению химических элементов в природных телах;

Б) территория, которая не подверглась изменению в результате хозяйственной и иной деятельности и характеризуется сочетанием определенных типов рельефа местности, почв, растительности, сформированных в единых климатических условиях;

В) совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов;

Г) природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение.

7.26. Впишите пропущенные слова в определении.

Антропогенный объект создан _____ для обеспечения его _____ потребностей и не обладающий свойствами _____ объектов.

Слова: человеком, природных, социальных

7.27. Верно или неверно утверждение: «Природный ландшафт – это комплекс функционально и естественно связанных между собой природных объектов, объединенных географическими и иными соответствующими признаками»?

А) Верно;

Б) Неверно.

7.28. Загрязняющее вещество оказывает... (выбрать один правильный ответ)

А) влияние на изменение электромагнитного поля;

Б) негативное воздействие на окружающую среду, жизнь, здоровье человека;

В) благотворное влияние на состояние экологической среды.

7.29. Что понимается под термином «окружающая среда» согласно Федеральному закону № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»? (выбрать один правильный ответ)

А) земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух;

Б) растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле;

В) совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов;

Г) естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства.

7.30. Что из перечисленного не относится к объектам охраны окружающей среды? (выбрать один правильный ответ)

А) природные объекты

Б) компоненты природной среды

В) здания и сооружения, расположенные в природных комплексах

Г) природные комплексы

7.31. Что понимается под термином «накопленный вред окружающей среде»? (выбрать один правильный ответ)

А) воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды;

Б) негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов;

В) вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме.

7.32. Что понимается под термином «негативное воздействие на окружающую среду» согласно Федеральному закону № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»? (выбрать один правильный ответ)

А) воздействие только химических веществ на окружающую среду, при котором не сохраняется биологическое разнообразие;

Б) воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды;

В) воздействие только хозяйственной деятельности на окружающую среду, при котором не обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем;

Г) последствия стихийных бедствий.

7.33. От чего частично зависит качество почвы, воды и жизни флоры и фауны? (выбрать один правильный ответ)

А) геохимический фон;

Б) химические элементы в различных системах ОС;

В) распределение фоновых содержаний.

7.34. Захламление почв, земель – это... (выбрать один правильный ответ)

А) экологическое преступление, заключающееся в самовольном снятии или перемещении плодородного слоя **почвы**, уничтожении плодородного слоя **почвы**, а равно порчи **земель** в результате нарушения правил обращения с пестицидами и агрохимикатами или иными опасными для здоровья людей и окружающей среды веществами и отходами производства и потребления;

Б) размещение на поверхности почвы или в толще земли отходов производства и потребления, а также других инородных предметов, которые ухудшают качество почв и земель;

В) место с установленными географическими границами, на котором деятельность под управлением организации осуществлялась в прошлом и на котором остались отходы, сбросы, негативно влияющие на окружающую среду.

7.35. Загрязнение – привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее... (выберите НЕверный вариант ответа)

А) физических агентов;

Б) химических агентов;

В) биологических агентов;

Г) экономических агентов.

7.36. Впишите букву из правого столбца соответствующую определению из левого столбца.

1. Последствия хозяйственной деятельности людей в местах дислокации предприятий и организаций, которая осуществлялась в прошлом и обусловила нынешнее загрязнение территорий, наносящих вред окружающей среде и препятствующих использованию их в коммерческих и хозяйственных целях.	А) негативное воздействие на окружающую среду
2. Любое отрицательное изменение окружающей среды, полностью или частично являющееся результатом воздействия на нее объекта хозяйственной деятельности людей.	Б) загрязненная территория
3. Место с установленными географическими границами, на котором деятельность под управлением организации осуществлялась в прошлом и на котором остались отходы, сбросы, негативно влияющие на окружающую среду.	В) нанесенный в прошлом экологический ущерб; исторические загрязнения

1	2	3

7.37. Местом с установленными географическими границами, на котором деятельность под управлением организации осуществлялась в прошлом и на котором остались отходы, сбросы, негативно влияющие на окружающую среду, является... (выбрать один правильный ответ).

- А) почвогрунт;
- Б) загрязненная территория;
- В) почва.

7.38. Соотнесите геохимические потоки и ореолы с природными средами их формирования.

Наименование потоков и ореолов	Природные среды, в которых они формируются
А) биогеохимические	1) формируются в снеговом покрове
Б) сноухимические	2) формируются в воздухе
В) атмохимические	3) формируются в живых организмах
Г) гидрохимические	4) формируются в водах

А)	Б)	В)	Г)

7.39. Выберите правильное определение (выбрать один правильный ответ).

Депонирующие природные среды – это...

А) природные среды, накапливающие загрязняющие вещества (почвы, растительный покров, снеговой покров, донные отложения);

Б) природные среды, подвергающиеся негативному антропогенному воздействию;

В) природные среды, в которых происходит рассеяние загрязняющих веществ.

7.40. Соотнесите следующие термины и определения:

Термин	Определение
1. Геохимическая аномалия	А) средняя величина природной вариации содержаний химических элементов
2. Геохимический фон	Б) поле аномальных концентраций загрязняющих веществ и их ассоциации, отражающие воздействие на данную конкретную территорию источника загрязнения или группы источников за весь период их существования
3. Геохимический поток рассеяния	В) участок территории, в пределах которого хотя бы в одном из слагающих его природных тел статистические параметры распределения химических элементов достоверно отличаются от геохимического фона
4. Геохимический ореол рассеяния	Г) термин, применяющийся при описании аномалий в природных средах, транспортирующих загрязняющие вещества

1	2	3	4

7.41. Экономическая оценка вреда, нанесенного окружающей среде – это... (выбрать один правильный ответ)

А) стоимостное выражение затрат, необходимых для восстановления окружающей среды до устойчивого состояния;

Б) расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду антропогенного объекта;

В) стоимостное выражение затрат, необходимых для разработки и внедрения экозащитных систем.

7.42. Соотнесите следующие термины и определения

Термин	Определение
1. Загрязнение почв и земель	А) покрытие поверхности территории водо- и воздухонепроницаемыми материалами вследствие застройки, асфальтирования и иной деятельности, негативно воздействующей на другие компоненты природной и антропогенной сред

Термин	Определение
2. Почва	Б) обладающая плодородием почвенная масса, созданная искусственно, или плодородный слой, снятый с поверхности земельного участка или привнесенный на него
3. Почвенный покров	В) самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия
4. Почвогрунт	Г) совокупность почв, покрывающих земную поверхность
5. Запечатывание территории	Д) поступление в почвы и земли химических и других вредных веществ, загрязнений, инородных предметов, вызывающих ухудшение качества почв и земель, что негативно воздействует на другие компоненты природной и антропогенной сред

1	2	3	4	5

7.43. Оценка ущерба от загрязнения окружающей среды – это... (выбрать один правильный ответ).

А) стоимостное выражение затрат, необходимых для восстановления окружающей среды до устойчивого состояния;

Б) определение всех видов прямых и косвенных потерь, связанных с последствиями любого загрязнения окружающей среды;

В) выраженная в денежных единицах стоимость ликвидации, уменьшения последствий и компенсации ущерба, нанесенного в прошлом окружающей среде, здоровью населения, имуществу предприятий и граждан.

7.44. Под ответственностью за нанесенный в прошлом экологический ущерб подразумевается... (выбрать один правильный ответ)

А) выраженная в денежных единицах стоимость ликвидации, уменьшения последствий и компенсации ущерба, нанесенного в прошлом окружающей среде, здоровью населения, имуществу предприятий и граждан;

Б) расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду антропогенного объекта;

В) стоимостное выражение затрат, необходимых для восстановления окружающей среды до устойчивого состояния.

8. Тесты и задания к разделу 2 Объекты НВОС (реестр, идентификация, критерии отнесения, классификация)

8.1. Какая организация устанавливает Критерии выделения приоритетных объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке, и сроки категорирования объектов? (выбрать один правильный ответ)

- А) Green Peace;
- Б) Росприроднадзор;
- В) Минприроды России.

8.2. Количество критериев категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке, составляет: (выбрать один правильный ответ)

- А) 3;
- Б) 7;
- В) 10;
- Г) 5.

8.3. Какой срок установлен для категорирования объектов накопленного вреда окружающей среде со дня включения указанных объектов в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде? (выбрать один правильный ответ)

- А) 7 дней;
- Б) 14 дней;
- В) 60 дней;
- Г) 30 дней.

8.4. Какие критерии суммируются при оценке общеговлияния объекта накопленного вреда окружающей среде на состояние экологической безопасности? (выбрать один правильный ответ)

- А) 1-7;
- Б) 1-3;
- В) 2-4;
- Г) 1-6.

8.5. Категорирование объекта НВОС осуществляется с целью: (выбрать один правильный ответ)

- А) определения объектов, подлежащих ликвидации в первоочередном порядке;
- Б) определения класса опасности загрязняющих веществ;
- В) для применения НДТ.

8.6. Выберите все верные утверждения, которые относятся к основным причинам возникновения накопленного экологического ущерба.

- А) большая плотность промышленного производства;
- Б) высокая степень износа основных фондов;
- В) технологическая развитость;
- Г) накопление загрязняющих веществ в почвах (землях) с учетом их депонирующих свойств и биогеохимических процессов.
- Д) значительное количество бесхозных или экономически непривлекательных активов, характеризующихся высокой степенью загрязнения, в результате широкомасштабной приватизации в 90-х годах XX в.

8.7. Чем обусловлено Территориальное распределение накопленного экологического ущерба в Российской Федерации? (выбрать один правильный ответ)

- А) сочетанием географических и природно-ресурсных аспектов, влияющих на размещение горнодобывающей, тяжелой и перерабатывающей промышленности, военно-промышленного комплекса;
- Б) результатами прошлой хозяйственной деятельности добывающей и горно-обогатительной промышленности;
- В) экологическим ущербом от прошлой хозяйственной и иной деятельности в Арктической зоне Российской Федерации.

8.8. Основанием для исключения объекта из ГРОНВОС является... (выбрать один правильный ответ)

- А) накопление загрязняющих веществ в почвах (землях) с учетом их депонирующих свойств и биогеохимических процессов;
- Б) значительное количество бесхозных или экономически непривлекательных активов, характеризующихся высокой степенью загрязнения, в результате широкомасштабной приватизации в 90-х годах XX в.
- В) представленный заявителем акт о приемке выполненных работ, подтверждающий ликвидацию накопленного вреда окружающей среде на объекте.

8.9. Срок, в течение которого Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации принимает решение об исключении объекта из государственного реестра, составляет... (выбрать один правильный ответ)

- А) от 1 до 3 дней;
- Б) не более 14 дней;
- В) не более 21 дня;
- Г) не более 30 дней.

8.10. После включения объекта в государственный реестр Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации осуществляется категорирование объекта в целях: (выбрать один правильный ответ)

А) выделения приоритетных объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке;

Б) обоснования очередности проведения работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде и принятия неотложных мер;

В) для оценивания степени опасности объекта НВОС для природной среды и населения.

8.11. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение. Для инвентаризации объектов прошлого экологического ущерба используются критерии: (выбрать один правильный ответ)

А) объект прошлого экологического ущерба не имеет собственника (бесхозный объект);

Б) объект прошлого экологического ущерба находится в публичной собственности (собственности Российской Федерации, собственности субъекта Российской Федерации, муниципальной собственности или в неразграниченной государственной собственности;

В) объект, включенный в ГРОНВОС, подлежащий категорированию с целью обоснования очередности проведения работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде и принятия неотложных мер;

Г) объект прошлого экологического ущерба расположен на территории (или рядом с территорией) действующего субъекта хозяйственной деятельности, но конкретный виновник нанесения экологического ущерба (юридическое или физическое лицо) не может быть установлен или не может быть привлечен к ответственности в связи со значительным сроком давности нанесения данного экологического ущерба (со времен существования СССР).

8.12. Для инвентаризации объектов прошлого экологического ущерба используются критерии, заложенные... (выбрать один правильный ответ)

А) в ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изменениями на 28 декабря 2016 года)»;

Б) в ФЗ от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;

В) в Постановление Правительства РФ от 13 апреля 2017 г. № 445 «Правила ведения государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде»;

Г) в Приказе Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 августа 2017 года № 435 «Об утверждении критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке».

8.13. Расшифруйте аббревиатуру. ГРОНВОС – это... (выбрать один правильный ответ)

- А) государственная регистрация объектов накопленного вреда окружающей среде;
- Б) государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде;
- В) государственный регламент объектов накопленного вреда окружающей среде;
- Г) нет верного ответа.

8.14. В перечень информации об объекте, которая должна указываться при подаче заявления на включение в ГРОНВОС входит... (выбрать один правильный ответ)

- А) наименование объекта (при наличии);
- Б) его фактическое местонахождение (с указанием кода по Общероссийскому классификатору территорий муниципальных образований и (или) Общероссийскому классификатору объектов административно-территориального деления по месту нахождения объекта);
- В) сведения о праве собственности на объект;
- Г) все варианты верны.

8.15. Подать заявление в Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации о включении объекта в ГРОНВОС могут... (выбрать один правильный ответ)

- А) федеральные органы исполнительной власти;
- Б) органы государственной власти субъектов Российской Федерации;
- В) органы местного самоуправления;
- Г) все варианты верны.

8.16. К типам накопленного экологического вреда (ущерба) не относят... (выбрать один правильный ответ)

- А) результаты прошлой хозяйственной деятельности добывающей и горно-обогатительной промышленности;
- Б) нефтесодержащие загрязнения;
- В) Накопленный экологический ущерб обрабатывающей промышленности;
- Г) акустическое загрязнение окружающей среды на территории промышленного объекта
- Д) накопленный экологический ущерб от полигонов твердых бытовых отходов;
- Е) экологический ущерб от прошлой хозяйственной и иной деятельности в Арктической зоне Российской Федерации;
- Ж) экологический ущерб, связанный с захламливанием прибрежных территорий;
- З) экологический ущерб, вызванный доконвенционной деятельностью по уничтожению химического оружия.

8.17. Основанием для отказа во включении объекта в государственный реестр объектов НВОС является... (выбрать один правильный ответ)

- А) непредставление информации и (или) материалов;
- Б) предоставление недостоверной информации и (или) материалов;
- В) все ответы верны;
- Г) все ответы неверны.

8.18. К критериям выделения приоритетных объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке, НЕ относится... (выбрать один правильный ответ)

- А) объем компонента природной среды, содержание загрязняющих веществ в котором превышает установленное значение норматива качества окружающей среды, млн.м³;
- Б) масса отходов производства и потребления, млн.;
- В) площадь территории (акватории), подверженной негативному воздействию (га);
- Г) кратность превышения ПДК;
- Д) наличие на объектах накопленного вреда окружающей среде опасных веществ, указанных в международных договорах, стороной которых является Российская Федерация;
- Е) суммарный показатель загрязнения почв;
- Ж) количество населения, проживающего на территории, на которой окружающая среда испытывает негативное воздействие объекта накопленного вреда окружающей среде;
- З) количество населения, проживающего на территории, окружающая среда на которой находится под угрозой негативного воздействия вследствие расположения объекта накопленного вреда окружающей среде.

8.19. Общее влияние объекта накопленного вреда окружающей среде на состояние экологической безопасности определяется путем... (выбрать один правильный ответ)

- А) суммирования значений критериев 1-7;
- Б) выбора критерия с наибольшим значением;
- В) выбора критерия с наименьшим значением.

8.20. Выберите характеристику, которая НЕ относится к критериям инвентаризации объектов НВОС... (выбрать один правильный ответ)

- А) объект не имеет собственника (бесхозный объект);
- Б) объект находится в публичной собственности (собственности Российской Федерации, собственности субъекта Российской Федерации, муниципальной собственности или в неразграниченной государственной собственности);
- В) объект относится к категории опасных производственных объектов;

Г) объект расположен на территории (или рядом с территорией) действующего субъекта хозяйственной деятельности, но конкретный виновник нанесения экологического ущерба (юридическое или физическое лицо) не может быть установлен или не может быть привлечен к ответственности в связи со значительным сроком давности нанесения данного экологического ущерба (со времен существования СССР).

Расчетное задание:

Провести категорирование объектов по приоритетности ликвидации НВОС в соответствии с критериями, приведенными в табл. Определение и значения этих семи критериев приведены в табл. 8.1-8.6.

Критерий 1 – объем загрязняющих веществ – оценивается в зависимости от объема компонента природной среды, содержание загрязняющих веществ в котором превышает установленное значение норматива качества окружающей среды, в соответствии с табл. 8.1.

Таблица 8.1

Данные для расчета Критерия 1

Объем компонента природной среды, содержание загрязняющих веществ в котором превышает установленное значение норматива качества окружающей среды, млн.м ³	Значение критерия 1
до 0,75 включительно	0
от 0,75 до 7,5 включительно	0,15
от 7,5 до 15 включительно	0,3
от 15 до 30 включительно	0,45
от 30 до 60 включительно	0,6
свыше 60	0,75

Критерий 2 – масса размещенных отходов производства и потребления конкретного класса опасности – оценивается в соответствии с табл. 8.2.

Таблица 8.2

*Данные для расчета Критерия 2**

Масса отходов производства и потребления, млн. тонн всего	Класс опасности отходов	Значение критерия 2
до 1 включительно	V	0
от 1 до 5 включительно	V	0,15
свыше 5	V	0,3
до 1 включительно	IV	0,3
от 1 до 5 включительно	IV	0,45
от 5 до 10 включительно	IV	0,6
свыше 10	IV	0,75
до 50 включительно	III	0,45
от 50 до 100 включительно	III	0,6
свыше 100	III	0,75
до 5 включительно	II	0,6

Масса отходов производства и потребления, млн. тонн всего	Класс опасности отходов	Значение критерия 2
свыше 5	II	0,75
вне зависимости от количества	I	0,75

* При наличии на объекте отходов разных классов опасности выбирают значение критерия 2, соответствующее наиболее опасному отходу.

Критерий 3 – площадь территории (акватории), подверженной негативному воздействию (на которых расположен объект накопленного вреда окружающей среде) – оценивается в соответствии с табл. 8.3.

Таблица 8.3

Данные для расчета Критерия 3

Площадь территории (акватории), подверженной негативному воздействию (га)	Значение критерия 3
до 1 включительно	0
от 1 до 10 включительно	0,15
от 10 до 20 включительно	0,3
от 20 до 50 включительно	0,45
от 50 до 100 включительно	0,6
свыше 100	0,75

Критерий 4 – уровень и объем негативного воздействия на окружающую среду – оценивается в зависимости от превышения предельно допустимых концентраций химических веществ (далее – ПДК), содержащихся в водах водных объектов, атмосферном воздухе, почве в соответствии с табл. 8.4.

Таблица 8.4

Данные для расчета Критерия 4

Кратность превышения ПДК*	Значение критерия 4
обследование и (или) мониторинг не проводились, или превышение ПДК отсутствует	0
до 5 включительно	0,15
от 5 до 10 включительно	0,3
от 10 до 20 включительно	0,45
от 20 до 50 включительно	0,6
свыше 50	0,75

*В случае превышения нескольких установленных ПДК значение критерия 4 определяют по максимальной величине ПДК.

Критерий 5 – наличие на объектах накопленного вреда окружающей среде опасных веществ, указанных в международных договорах, стороной которых является Российская Федерация, – принимает нулевое значение в случае отсутствия указанных веществ или принимает значение равное 0,1 при наличии указанных веществ.

Критерий 6 – количество населения, проживающего на территории, на которой окружающая среда испытывает негативное воздействие объекта накопленного вреда окружающей среде – оценивается в соответствии с табл. 8.5.

Таблица 8.5

Данные для расчета Критерия 6

Количество населения, тыс. человек	Значение критерия 6
не оказывает воздействие на население	0
до 0,1 включительно	0,2
от 0,1 до 5 включительно	0,4
от 5 до 20 включительно	0,6
от 20 до 100 включительно	0,8
свыше 100	1

Критерий 7 – количество населения, проживающего на территории, окружающая среда на которой находится под угрозой негативного воздействия вследствие расположения объекта накопленного вреда окружающей среде – оценивается в соответствии с табл. 8.6.

Таблица 8.6

Данные для расчета Критерия 7

Количество населения, тыс. человек	Значение критерия 7
угроза негативного воздействия отсутствует	0
до 0,1 включительно	0,1
от 0,1 до 5 включительно	0,2
от 5 до 20 включительно	0,3
от 20 до 100 включительно	0,4
свыше 100	0,5

Общее влияние объекта НВОС на окружающую среду характеризует критерий П, который определяется путем суммирования значений критериев 1-7. Чем выше значение П, тем опаснее объект для окружающей среды и населения, требует ликвидации в первоочередном порядке.

- Для каждого варианта:
- определить значения критериев оценки степени опасности (категорию) объектов НВОС для природной среды и населения;
- рассчитать суммарный критерий П;
- категорировать объекты по приоритетности ликвидации накопленного вреда окружающей среде (выбрать объект, подлежащий ликвидации в первоочередном порядке).

Исходные данные представлены в табл. 8.7.

Таблица 8.7

Исходные данные для категорирования объектов по приоритетности ликвидации НВОС

Объект	<u>Критерий 1</u> Объем компонента природной среды, содержание загрязняющих веществ в котором превышает установленное значение норматива качества окружающей среды, млн м ³	<u>Критерий 2</u> Масса размещенных отходов производства и потребления конкретного класса опасности, млн т	<u>Критерий 3</u> Площадь территории (акватории), подверженной негативному воздействию (на которых расположен объект накопленного вреда окружающей среде), га	<u>Критерий 4</u> Уровень и объем негативного воздействия на окружающую среду (кратность превышения ПДК)	<u>Критерий 5</u> Наличие на объектах накопленного вреда окружающей среде опасных веществ, указанных в международных договорах, стороной которых является Российская Федерация (принимает нулевое значение в случае отсутствия указанных веществ или принимает значение равное 0,1 при наличии указанных веществ)	<u>Критерий 6</u> Количество населения, проживающего на территории, на которой окружающая среда испытывает негативное воздействие объекта накопленного вреда окружающей среде, тыс. человек	<u>Критерий 7</u> Количество населения, проживающего на территории, окружающая среда на которой находится под угрозой негативного воздействия вследствие расположения объекта накопленного вреда окружающей среде, тыс. человек
1	2	3	4	5	6	7	8
Вариант 1							
Участок захоронения непригодных к использованию пестицидов	0,6	I класс опасности	40	обследование и мониторинг не проводились	отсутствуют	25	25
Озеро-отстойник на территории неработающего промышленного предприятия	0,4	0,6, V класс опасности	4	обследование и/или мониторинг не проводились	отсутствуют	125	угроза негативного воздействия отсутствует
Свалка ТКО I–V классов опасности	0,5	I – 2 II – 10 III – 120 IV – 100 V – 150	10	обследование и/или мониторинг не проводились	отсутствуют	55	80

Продолжение табл. 8.7

1	2	3	4	5	6	7	8
Вариант 2							
Золоотвал целлюлозно-бумажного предприятия	0,35	III – 10 IV – 5 V – 7	25	25	отсутствуют	110	155
Технологический амбар и нарушенные земли на месторождении	0,6	V – 0,5	4	55	отсутствуют	0,3	0,2
Полигон ТКО	0,7	IV – 1 V – 6	5	6	отсутствуют	18	25
Вариант 3							
Здание хлорного цеха и территория в промышленной зоне	0,2	I - 1 II - 7 III – 105	1	обследование и/или мониторинг не проводились	в наличии	45	130
Нефтешламовый амбар и нарушенные земли месторождения	0,5	V – 1	5	53	отсутствуют	20	150
Городской полигон твердых бытовых отходов	0,75	IV – 5	10	5	отсутствуют	145	200
Вариант 4							
Нефтешламовые амбары и нарушенные земли в районе месторождения	0,65	V – 0,9	6	60	отсутствуют	25	110
Место накопления металлолома	0,2	IV – 0,8 V – 6,5	7,5	обследование и/или мониторинг не проводились	в наличии	5	3
Пометохранилище бывшей птицефабрики	0,75	IV – 1 V – 8	10	52	отсутствуют	110	250

Продолжение табл. 8.7

1	2	3	4	5	6	7	8
Вариант 5							
Закрытая несанкционированная свалка твердых бытовых отходов	0,55	V – 1	10	2	отсутствуют	5	3
Акватория Кольского залива Баренцева моря	0,75	V – 0,8	115	обследование и/или мониторинг не проводились	отсутствуют	120	120
Земли, загрязнённые нефтепродуктами в период дислокации воинских частей	0,4	V – 0,7	0,9	55	отсутствуют	10	20
Вариант 6							
Склады бесхозных устаревших пестицидов	0,3	II – 5,5	1	обследование и/или мониторинг не проводились	отсутствуют	0,1	5
Полигон токсичных промышленных отходов	0,65	II – 8 III – 105	60	60	в наличии	180	120
Законсервированный объект размещения ТКО	0,3	IV – 1 V – 8	4,5	обследование и/или мониторинг не проводились	отсутствуют	0,9	0,5
Вариант 7							
Здания бывшего мышьякового завода и прилегающие к нему территории, загрязненные тяжелыми металлами	0,75	II – 3 III – 50 IV – 10	1	53	отсутствуют	18	угроза негативного воздействия отсутствует
Мазутохранилище	0,2	III – 45	0,9	5	отсутствуют	0,2	0,5
Полигон ТКО	0,75	IV – 14 V – 3	55	4	отсутствуют	190	120

Окончание табл. 8.7

1	2	3	4	5	6	7	8
Вариант 8							
Хвостохранилище	0,75	III – 135 IV – 45	12	25	в наличии	18	85
Свалка твердых бытовых отходов	0,2	V – 0,7	5	превышение ПДК отсутствует	отсутствуют	0,1	0,1
Нефтешлямовые амбары и нарушенные земли в районе месторождения	0,7	V – 0,55	8	55	отсутствуют	50	110
Вариант 9							
Территория отработанных иловых карт	0,5	IV – 5	5	30	отсутствуют	не оказывает воздействие на население	145
Акватория реки без названия, в том числе акватория порта	0,4	IV – 0,8 V – 6	0,9	обследование и/или мониторинг не проводились	отсутствуют	0,5	1
Объект (карьер) твердых бытовых отходов	0,3	V – 0,5	10	превышение ПДК отсутствует	отсутствуют	20	15
Вариант 10							
Территория неработающего завода химикатов в городском округе	0,55	I – 0,3 II – 5,5 III – 115	120	30	в наличии	195	120
Площадка сжигания на территории бывшего химического предприятия	0,25	V – 0,9	1	превышение ПДК отсутствует	отсутствуют	145	угроза негативного воздействия отсутствует
Свалка отходов на территории муниципального района	0,45	III – 50 IV – 12	50	7	отсутствуют	85	30

Пример решения задачи.
(в качестве примера был выбран 1 вариант)

Для каждого варианта необходимо:

- определить значения критериев оценки степени опасности (категорию) объектов НВОС для природной среды и населения;
- рассчитать суммарный критерий П;
- категорировать объекты по приоритетности ликвидации накопленного вреда окружающей среде (выбрать объект, подлежащий ликвидации в первоочередном порядке).

1. Определите значения критериев и заполните расчетную таблицу, приведенную ниже в соответствии с Вашим вариантом, для заполнения используйте данные, представленные в табл. 8.7.

Объект	Критерии							П
	1	2	3	4	5	6	7	
Участок захоронения непригодных к использованию пестицидов	0	0,75	0,45	0	0	0,8	0,4	
Озеро-отстойник на территории неработающего промышленного предприятия	0	0	0,15	0	0	1	0	
Свалка ТКО I–V классов опасности	0	0,3	0,15	0	0	0,8	0,4	

2. После того как определили значения критериев оценки степени опасности объектов НВОС, нужно рассчитать суммарный критерий П.

Рассчитаем суммарный критерий П для первого объекта (участок захоронения непригодных к использованию пестицидов). Для этого необходимо суммировать все критерии из расчетной таблицы:

$$П=0+0,75+0,45+0+0+0,8+0,4=2,4.$$

Также рассчитываем суммарный критерий П для других объектов:

$$П=0+0+0,15+0+0+1+0=2,5.$$

$$П=0+0,3+0,15+0+0+0,8+0,4=1,65.$$

3. Полученные данные нужно внести в расчетную таблицу и определить, какой объект подлежит ликвидации в первоочередном порядке.

Объект	Критерии							П
	1	2	3	4	5	6	7	
Участок захоронения непригодных к использованию пестицидов	0	0,75	0,45	0	0	0,8	0,4	2,4
Озеро-отстойник на территории неработающего промышленного предприятия	0	0	0,15	0	0	1	0	2,5
Свалка ТКО I–V классов опасности	0	0,3	0,15	0	0	0,8	0,4	1,65

Объект с наивысшим значением П подлежит ликвидации в первоочередном порядке. В нашем случае это озеро-отстойник на территории неработающего промышленного предприятия со значением критерия $П = 2,5$.

9. Задания к разделу 3. Формирование накопленного вреда окружающей среде в виде техногенных геохимических аномалий на территориях объектов размещения отходов. Мониторинг техногенных геохимических аномалий

Задание 9.1. Расчет количества биогаза, образующегося и выделяющегося в атмосферу от полигона ТКО.

Порядок расчета:

1. Удельный выход биогаза (в кг от одного кг влажных отходов) за период активного его выделения рассчитывается по формуле

$$Q_w = 10^{-6} \times R \times (100 - W) \times (0,92 \times Ж + 0,62 \times У + 0,34 \times Б), \quad (9.1.1)$$

где сомножитель $10^{-6}(100 - W)$ учитывает, какова доля абсолютно сухих отходов в общем количестве реальных влажных отходов;

W – влажность отходов, %;

R – содержание органической составляющей в отходах, %;

Ж – содержание жироподобных веществ в органике отходов, %;

У – содержание углеводоподобных веществ в органике отходов, %;

Б – содержание белковых веществ в органике отходов, %.

Показатели R, Ж, У, Б определяются анализами отбираемых проб отходов.

2. Количественный выход биогаза за год, отнесенный к одной тонне отходов, определяется по формуле

$$P_{об.} = \frac{Q_w}{t_{сбр}} 10^3 \text{ кг/т отходов в год}, \quad (9.1.2)$$

где: $t_{сбр}$ - период полного сбраживания органической части отходов, в годах, определяемый по приближенной эмпирической формуле:

$$t_{сбр} = \frac{10248}{T_{тепл} (t_{ср\text{ тепл}})^{0,301966}}, \quad (9.1.3)$$

где:

$t_{ср\text{ тепл}}$ – средняя из среднемесячных температур воздуха в районе полигона ТКО и ПО за теплый период года ($t_{ср\text{ мес}} > 0$), в °C;

$T_{тепл}$ – продолжительность теплого периода года в районе полигона ТКО и ПО в днях;

10248 и 0,301966 – удельные коэффициенты, учитывающие биотермическое разложение органики.

Исходные данные для расчета выхода биогаза

Показатели	Варианты				
	1	2	3	4	5
Содержание органической составляющей в отходах, R, %	55	55	63	57	37
Содержание жироподобных веществ в органике отходов, Ж, %	2	2	10	12	5

Показатели	Варианты				
	1	2	3	4	5
Содержание углеводородных веществ в органике отходов, У, %	83	83	70	64	82
Содержание белковых веществ в органике отходов, Б, %	15	15	20	24	13
Влажность отходов, W, %	47	47	35	53	43
Продолжительность теплого периода года в районе полигона в днях, T _{тепл}	244	365	200	255	285
Средняя из среднемесячных т-р воздуха в районе полигона за теплый период года (t _{ср мес} > 0), в °С	11,67	14,11	10,5	12,74	13,4

Пример решения задания 9.1.

(в качестве примера был выбран 1 вариант)

1. Определим удельный выход биогаза за период активного его выделения:

$$Q_w = 10^{-6} \times R \times (100 - W) \times (0,92 \times Ж + 0,62 \times У + 0,34 \times Б) = 10^{-6} \times 55 \times (100 - 47) \times (0,92 \times 2 + 0,62 \times 83 + 0,34 \times 15) = 1,7 (\text{кг/кг влажных отходов}).$$

2. Далее определим период полного сбраживания органической части отходов t_{сбр} по формуле:

$$t_{сбр} = \frac{10248}{T_{тепл} (t_{ср\ тепл})^{0,301966}} = \frac{10248}{244 \times (11,67)^{0,301966}} = 20 (\text{лет}).$$

3. После того, как нашли t_{сбр}, можно определить количественный выход биогаза за год:

$$P_{об.} = \frac{Q_w}{t_{сбр}} 10^3 = \frac{1,7}{20} 10^3 = 85 \left(\frac{\text{кг}}{\text{т}} \text{отходов в год} \right).$$

Задание 9.2. Расчет количества фильтрата, образующегося и выделяющегося в окружающую среду от полигона ТКО

Порядок расчета:

1. Уравнение водного баланса в период максимального образования фильтрата можно представить в следующем виде:

$$ОФ = (АО + ОВ + ВБХ) - (ИС + ВНО + ПС + БГ + ПБХ), \quad (9.2.1)$$

где:

ОФ – объем фильтрата;

АО – атмосферные осадки, выпавшие на полигон;

ОВ – отжимная влага;

ВБХ – выделение воды при биохимических реакциях;

ИС – испарение с поверхности полигона;

ВНО – влага, расходуемая на насыщение отходов до полной влагоемкости;

ПС – поверхностный сток;

БГ – потери воды с биогазом;

ПБХ – поглощение воды при биохимических реакциях.

2. Расчет количества атмосферных осадков, выпавших на полигон (АО):

$$АО = 0,001 \times F_1 \times h_1 \times K_p, \quad (9.2.2)$$

где: F_1 – площадь основания полигона, m^2 ;

h_1 – слой выпавших осадков, мм/год (месяц) (по данным наблюдений на ближайшей метеостанции);

K_p – коэффициент перехода от средних многолетних годовых величин осадков к осадкам 5 %-й обеспеченности.

3. Расчет испарения с поверхности полигона (ИС):

$$ИС = 0,01 \times F_2 \times h_2 \times K_e \times K_{вп}, \quad (9.2.3)$$

где: F_2 – площадь поверхности полигона, m^2 ;

h_2 – величина испарения, см/год (месяц);

K_e – коэффициент перехода от средней многолетней годовой испаряемости с техногенно-нагруженных территорий к испаряемости с различной вероятностью превышения;

$K_{вп}$ – поправочный коэффициент к среднему многолетнему испарению с естественных ландшафтов для различных видов поверхностей.

4. Расчет отжимной влаги (ОВ):

$$ОВ = K_{ов} \times (АО - ИС), \quad (9.2.4)$$

где: $K_{ов} = 0,5$ – опытный коэффициент.

5. Выделение воды при биохимических реакциях (ВБХ) равно поглощению воды при биохимических реакциях (ПБХ), т.е. разницу между биохимически образуемой и потребляемой водой можно считать равной нулю.

6. Расчет влаги, расходуемой на насыщение отходов до полной влагоемкости (ВНО):

$$ВНО = 0,15 \times V \text{ при плотности отходов } 1,0 \text{ т/м}^3, \quad (9.2.5)$$

где: V – объем размещенных отходов, $m^3/\text{год}$.

7. Расчет поверхностного стока (ПС):

$ПС = 0$, если сток отводится от полигона вместе с фильтратом;

$$ПС = 0,03 \times АО, \quad (9.2.6)$$

если сток отводится на локальные очистные сооружения.

8. Потери воды с биогазом (БГ):

$$БГ = 0,00006 \times V_{бг}, \quad (9.2.7)$$

где: $V_{бг}$ – объем образующегося биогаза, $m^3/\text{год}$ [4].

В упрощенных расчетах коэффициенты K_p , K_e , $K_{вп}$, принимаются равными 1.

В формуле (1) не учтены:

- подача воды на поверхность полигона для увлажнения в пожароопасный период (предполагается, что большая часть воды испаряется);
- поверхностный сток с прилегающих территорий, расположенных выше по рельефу (предполагается, что предусмотрены нагорные канавы, перехватывающие поверхностные стоки);
- поступление воды из подземных и поверхностных водных объектов (предусмотрены мероприятия по исключению данных воздействий);
- утечки фильтрата (предусмотрены мероприятия по герметизации основания и бортов полигона).

Исходные данные для расчета объема фильтрата

Показатели	Варианты				
	1	2	3	4	5
Площадь основания полигона, м ²	79628	92309	104878	53067	51218
Слой выпавших осадков, мм/год (метеоданные)	435	448	525	517	495
Площадь поверхности полигона, м ²	50105	69745	85450	37980	30206
Объем размещенных отходов, м ³ /год	150000	55912	250000	22000	36000
Объем образующегося биогаза, м ³ /год	127500	47529	212500	18700	30600
Условия отведения поверхностного стока	сток отводится от полигона вместе с фильтратом	сток отводится на локальные очистные сооружения	сток отводится на локальные очистные сооружения	сток отводится от полигона вместе с фильтратом	сток отводится на локальные очистные сооружения
Величина испарения, см/год	20,7	20,4	19,9	22,0	22,5

Пример решения задания 9.2

Вариант 1

Для записи уравнения водного баланса найдем необходимые величины.

1. Расчет количества атмосферных осадков, выпавших на полигон (АО):

$$АО = 0,001 \times F_1 \times h_1 \times K_p$$

$$АО = 0,001 \times 79628 \times 435 \times 1 = 34638,18 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. Расчет испарения с поверхности полигона (ИС):

$$ИС = 0,01 \times F_2 \times h_2 \times K_e \times K_{вп}$$

$$ИС = 0,01 \times 50105 \times 1 \times 1 = 50,105 \text{ м}^3/\text{год}$$

3. Расчет отжимной влаги (ОВ)

$$ОВ = K_{ов} \times (АО - ИС)$$

где: $K_{ов} = 0,5$ – опытный коэффициент.

$$ОВ = 0,5 \times (34638,18 - 50,105) = 17294,04 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\begin{aligned} 4. \quad ВБХ &= 0 \\ ПБХ &= 0 \end{aligned}$$

5. Расчет влаги, расходуемой на насыщение отходов до полной влагоемкости (ВНО):

$$ВНО = 0,15 \times V$$

$$ВНО = 0,15 \times 150000 = 22500 \text{ м}^3/\text{год}$$

6. Расчет поверхностного стока (ПС):

ПС = 0, так как сток отводится от полигона вместе с фильтратом.

7. Потери воды с биогазом (БГ):

$$БГ = 0,00006 \times V_{бг}$$

$$БГ = 0,00006 \times 127500 = 7,65 \text{ м}^3/\text{год}$$

8. Уравнение водного баланса в период максимального образования фильтрата

$$ОФ = (АО + ОВ + ВБХ) - (ИС + ВНО + ПС + БГ + ПБХ)$$

$$\begin{aligned} ОФ &= (34638,18 + 17294,04 + 0) - (50,105 + 22500 + 0 + 7,65 + 0) = \\ &= 51932,22 - 22557,755 = 29374,465 \text{ м}^3/\text{год} \end{aligned}$$

Задание 9.3. Расчет плотности отходов, размещенных на объекте НВОС по данным морфологического состава отходов

Расчет плотности отходов производства и потребления осуществляется для свободно складированных отходов на объектах НВОС.

При выполнении расчетов используются результаты количественного химического анализа почв и отходов, полученных в результате лабораторного определения морфологического состава твёрдых отходов производства и потребления по ПНД Ф 16.3.55-08 [54].

Расчет производится в соответствии с «Методикой расчета плотности отходов, размещенных на объекте размещения отходов», ФГБУ ГосИИИЭНП [59].

Термины и определения

Морфологический состав отходов – это содержание в отходах отдельных компонентов, значительно отличающихся между собой по происхождению, химическому составу и свойствам. Обычно выделяют: бумагу, картон, пищевые отходы, дерево, металл, текстиль, кости, стекло, кожу, резину, камни, полимерные материалы и отсев.

Общая плотность свободно складировуемых отходов ($\rho_{\text{общ. св.}}$) – это сумма плотностей компонентов отходов, определенных (классифицированных) по морфологическому составу, рассчитанная пропорционально массовым долям этих компонентов в пробе отходов.

Средняя плотность (насыпная или складочная) компонентов отходов – это плотность материала отдельных компонентов отходов, определенная как среднеарифметическая величина между нижними и верхними справочными значениями плотности (насыпной или складочной).

Порядок расчета

1. Расчет содержания составной части отходов X_i определяется в процентах и долях, определяемых в весовых процентах к общей массе отходов по методике ПНД Ф 16.3.55-08:

$$X_i = \frac{m_i}{m_{\text{общ}}} \times 100 \% \quad (9.3.1)$$

$$X_i = \frac{m_i}{m_{\text{общ}}} \text{ (в долях)}, \quad (9.3.2)$$

где: m_i – масса i -го компонента отходов в пробе, г;

$m_{\text{общ}}$ – общая масса пробы отхода, г.

2. Расчет общей плотности свободно складированных отходов, $\rho_{\text{общ. св.}}$

За результат вычисления по формуле 9.3.2 общей плотности свободно складированных отходов принимается в округлении до третьего знака после запятой.

$$\rho_{\text{общ. св.}}^3 = \sum (X_i \times \rho_i), \text{ т/м}^3, \quad (9.3.3)$$

где: X_i – содержание составной части отходов, в долях.

ρ_i – средняя плотность (насыпная или складочная) компонентов отходов, т/м^3 .

Таблица 9.3.1

Средняя плотность (насыпная или складочная) компонентов отходов

№ п/п	Наименование компонента ТКО	Средняя плотность (насыпная или складочная) компонентов отходов, т/м^3
1.	Древесина	0,3
2.	Пластмасса	0,065
3.	Пищевые отходы	0,475
4.	Бумага	0,025
5.	Текстиль	0,2
6.	Стекло	0,41
7.	Металл цветной или черный	0,4
8.	Кости	0,44
9.	Уличный смет (песок) и не поддающиеся классификации компоненты	1,15

7. Пример расчета плотности свободно складированных отходов на исследуемом объекте $\rho_{\text{общ.св.}}, \text{ т/м}^3$.

Таблица 9.3.2

Морфологический состав отходов, определенный по ПНД Ф 16.3.55-08

№ п/п	Наименование компонента ТКО	Средняя массовая доля компонентов ТКО, в % / долях
1.	Древесина	32,3 / 0,323
2.	Пластмасса	21,1 / 0,211
3.	Пищевые отходы	13,5 / 0,135
4.	Бумага	7,1 / 0,071
5.	Текстиль	8,1 / 0,081
6.	Стекло	5,2 / 0,052
7.	Металл цветной или черный	7,1 / 0,071
8.	Кости	2,9 / 0,029
9.	Уличный смет (песок) и не поддающиеся классификации компоненты	2,7 / 0,027

$$\rho_{\text{общ.св.}} = 0,323 * 0,3 + 0,065 * 0,211 + 0,475 * 0,135 + 0,025 * 0,071 + 0,2 * 0,081 + 0,41 * 0,029 + 0,4 * 0,029 + 0,4 * 0,071 + 0,44 * 0,029 + 1,15 * 0,027 = 0,286 \text{ т/м}^3.$$

Исходные данные для расчета плотности отходов

Наименование компонента ТКО	Средняя массовая доля компонентов ТКО, в % / долях				
	вариант				
	1	2	3	4	5
Древесина	42,3 / 0,423	28,5 / 0,285	32,8 / 0,328	29,3 / 0,293	10,3 / 0,103
Пластмасса	11,1 / 0,111	24,0 / 0,240	20,4 / 0,204	17,1 / 0,171	25,0 / 0,250
Пищевые отходы	18,5 / 0,185	10,2 / 0,102	15,5 / 0,155	20,5 / 0,205	23,8 / 0,238
Бумага	2,1 / 0,021	8,1 / 0,081	6,8 / 0,068	9,1 / 0,091	6,4 / 0,064
Текстиль	11,1 / 0,111	9,4 / 0,094	7,9 / 0,079	8,7 / 0,087	5,2 / 0,052
Стекло	2,2 / 0,022	4,5 / 0,450	5,8 / 0,058	5,5 / 0,055	7,2 / 0,072
Металл цветной или черный	2,1 / 0,021	9,8 / 0,980	3,1 / 0,031	5,7 / 0,057	15,1 / 0,151
Кости	2,9 / 0,029	3,1 / 0,031	4,7 / 0,047	2,6 / 0,026	2,3 / 0,023
Уличный смет (песок) и не поддающиеся классификации компоненты	7,7 / 0,077	2,4 / 0,024	3,0 / 0,030	1,5 / 0,015	4,7 / 0,047

Задание 9.4. Расчет коэффициентов концентрации загрязняющих веществ в почве на территориях, прилегающих к полигону ТКО.

Порядок расчета:

1. Используя полученные исходные данные по содержаниям элементов в пределах площадки геохимического опробования почвы, по содержанию каждого из химических элементов рассчитать коэффициент концентрации, а также его минимально аномальные значения.

2. По содержаниям тех элементов, для которых имеются установленные значения ПДК или ОДК, вычислить значения коэффициентов концентрации по ПДК (ОДК).

3. Выписать формулу ассоциации элементов – загрязнителей почвы на данном локальном участке.

Варианты заданий

Химический элемент	Варианты заданий, типы почв, их гранулометрический состав и кислотность				
	1	2	3	4	5
	подзол песчан. кислые	подзол глин. кислые	подзол суглин. нейтр.	подзол песчан. кислые	сер.лес песчан. кислые
Zn	1050	67	58	140	85
As	12.5	17.8	4.3	6.5	3
Cd	3.5	8.2	0.6	0.6	0.4
Hg	0.5	23	0.07	0.06	н.д.
Pb	840	45	25	32	20
F	н.д.	550	н.д.	н.д.	н.д.
Se	н.д.	0.7	н.д.	1.5	н.д.
Cr	100	230	41	390	330
B	н.д.	35	н.д.	н.д.	н.д.
Co	15	15	5.5	85	42
Ni	45	22	2.6	350	55
Cu	930	35	12	180	48
Mo	3.8	1.5	4.8	2	1.6
Sb	2.3	1.5	0.7	н.д.	н.д.
V	126	100	69	130	170
Mn	420	750	950	840	1060
W	1.5	1.6	7.7	2	1.5
Sr	190	310	640	210	210
Ba	450	560	770	475	480
<i>m</i>	5	5	5	5	5
<i>ε_{погр}</i>	1.40	1.50	н.д.	1.55	1.60

4. Выписать формулу ассоциации элементов – загрязнителей почвы на данном локальном участке.

5. Построить геохимический спектр изученной техногенной почвенной аномалии.

6. Дать краткое заключение о характере и интенсивности загрязнения почвы и степени его экологической опасности.

Задание целесообразно выполнять на компьютере с использованием программы Excel или других программ, позволяющих работать с электронными таблицами и строить графики. Вместе с тем, поскольку все вычисления являются простыми, работа может быть выполнена вручную с использованием карманного калькулятора, карандаша и линейки. Результаты представляются в виде распечаток либо рукописных материалов.

Варианты заданий (продолжение)

Химический элемент	Варианты заданий, типы почв, их гранулометрический состав и кислотность				
	6	7	8	9	10
	сер.лес глин. кислые	сер.лес суглин. нейтр.	черноз. супес. нейтр.	черноз. суглин. нейтр.	черноз. суглин. щелоч.
Zn	75	210	60	55	115
As	4.4	9.5	5.5	28	7.1
Cd	1.8	1.8	0.3	4.9	0.6
Hg	1.1	1.2	н.д.	14.2	н.д.
Pb	11	120	95	13.5	24
F	180	н.д.	210	н.д.	н.д.
Se	0.25	н.д.	н.д.	1.6	н.д.
Cr	400	140	315	275	300
B	25	н.д.	35	40	45
Co	55	12.5	13	5.2	15
Ni	38	24	70	4.8	110
Cu	15	130	25	68	125
Mo	1	2	4.1	3.3	1.4
Sb	0.55	3.2	0.7	2.1	0.6
V	140	140	320	120	100
Mn	1460	1000	1750	850	900
W	3.6	1.9	2	1.4	1
Sr	290	250	480	255	980
Ba	640	520	760	450	1120
<i>m</i>	3	3	3	3	3
<i>ε_{погр}</i>	1.50	1.30	н.д.	1.45	н.д.

Примечание: н.д. – нет данных

Решение задачи

В качестве примера был выбран вариант 9

1. Рассчитываем коэффициент концентраций K_C . Для этого поделим концентрацию вещества, которая известна нам из таблицы с вариантами заданий на C_K , то есть на кларки почв из таблицы 3.8.

По формуле $K_C = C/C_\Phi$, где $C_\Phi = C_K$

$$K_{CZn} = 55/70 = 0,79 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CAs} = 28/5 = \text{мг/кг}$$

$$K_{CCd} = 4,9/0,3 = 16,3 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CHg} = 14,2/0,05 = 284 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CPb} = 13,5/17 = 0,8 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CF-\text{Н.Д.}}$$

$$K_{CSe} = 1,6/0,3 = 5,3 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CCr} = 275/80 = 3,4 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CB} = 40/30 = 1,3 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CCO} = 5,2/10 = 0,52 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CNi} = 4,8/20 = 96 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CCu} = 68/25 = 2,72 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CMo} = 3,3/1,2 = 2,75 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CSb} = 2,1/0,5 = 4,2 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CV} = 120/90 = 1,3 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CMn} = 850/530 = 1,6 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CW} = 1,4/1,5 = 0,93 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CSr} = 255/240 = 1,06 \text{ мг/кг}$$

$$K_{CBa} = 450/500 = 0,9 \text{ мг/кг}$$

Минимально аномальное значение рассчитываем по формуле 3.5

$\varepsilon_{\text{погр}}$ и m берем из таблицы с вариантом задания. В данном случае $\varepsilon_{\text{погр}} = 1.45$, а $m = 3$. Значит $K_{Cma} = 1,88 \text{ мг/кг}$.

2. Вычисляем значения коэффициентов концентраций ПДК(ОДК) по формуле $K_{\text{ПДК}} = C / C_{\text{ПДК}}$. Для этого поделим концентрацию вещества, которая известна нам из таблицы с вариантами заданий на ПДК из таблицы 3.8. У некоторых элементов нет данных ПДК, поэтому пропускаем их и работаем с веществами, у которых есть все необходимые значения. ОДК берем в зависимости от вида почв.

$$K_{\text{ПДК}Zn} = 55/220 = 0,25 \text{ мг/кг}$$

$$K_{\text{ПДК}As} = 28/10 = 2,8 \text{ мг/кг}$$

$$K_{\text{ПДК}Cd} = 4,9/2 = 2,45 \text{ мг/кг}$$

$$K_{\text{ПДК}Pb} = 13,5/130 = 0,104 \text{ мг/кг}$$

$$K_{\text{ПДК}Ni} = 4,8/80 = 0,06 \text{ мг/кг}$$

$$K_{\text{ПДК}Cu} = 68/132 = 0,515 \text{ мг/кг}$$

3. Рассчитываем суммарный показатель загрязнения почв (Z_C) экологически опасными химическими элементами с помощью формулы

$$4. Z_C = \sum K_C - (n - 1)$$

При этом, $K_C \geq K_{Cma}$. Значит, вычисляем те элементы, у которых коэффициент концентраций K_C больше или равен минимально аномальному значению K_{Cma} . В данном варианте 1,88 мг/кг.

5. Формула ассоциации элементов: $K_C \geq K_{Cma}$.

Выписываем символы аномально накапливающихся элементов в порядке убывания их коэффициентов концентрации, численные значения которых указываются в виде индексов. Жирным шрифтом выделяем элементы, которые превышают ПДК (ОДК).

Hg₂₈₄ – Ni₉₆ – Cd_{16,3} – As_{5,6} – Se_{5,3} – Sb_{4,2} – Cr_{3,4} – Mo_{2,75} – Cu_{2,72}

6. Построим геохимический спектр изученной техногенной почвенной аномалии, расположив элементы в порядке убывания их концентраций.

Получаем следующий график.



Геохимический спектр техногенной почвенной аномалии позволяет наглядно оценить уровень концентрации загрязняющих веществ, в данном случае, тяжелых металлов. Наибольшие значения коэффициентов концентраций имеют ртуть (I класс опасности), никель (II класс опасности), кадмий (I класс опасности). Наименьшие значения коэффициентов концентраций характерны для кобальта (II класс опасности).

Построение геохимических спектров техногенной почвенной аномалии в динамике позволяет разработать новую или оптимизировать существующую систему мониторинга геохимического загрязнения территории, а также прогнозировать направления и интенсивность процессов самоочищения почв или осуществлять выбор метода ликвидации накопленного вреда окружающей среде.

Задание 9.5 Оценка уровня загрязнения почв (Z_c) комплексом элементов

1. Для каждой точки отбора почвенных проб:

1) рассчитать коэффициент концентрации для каждого загрязняющего вещества, концентрация которого превышает фоновое значение по формуле:

$$K_{ci} = \frac{C_i}{C_{ф}} \quad (9.5.1)$$

2) произвести расчет Z_c по формуле:

$$Z_c = \sum K_{ci} - (n - 1), \quad (9.5.2)$$

где: K_{ci} ; – коэффициент концентрации i -го химического элемента; n – количество элементов в пробе с аномальной величиной K_{ci} (с учетом флуктуаций фона в качестве аномальной обычно принимается $K_{ci} =$ от 1,5 до 2).

3) произвести оценку степени загрязнения почв по шкалам:

Шкала оценки экологической опасности загрязнения почв селитебных территорий

Z_c	Уровень загрязнения	Экологическая обстановка	Показатели здоровья населения в очагах загрязнений
<16	Минимальный, слабый	Относительно удовлетворительная	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
16 – 32	Средний	Напряженная, критическая	Увеличение общей заболеваемости
32 – 128	Сильный (высокий)	кризисная	Увеличение общей заболеваемости числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями и нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
>128	Максимальный	Катастрофическая	Увеличение заболеваемости детей, нарушения репродуктивных функций женщин (увеличение числа случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, гипотрофии новорожденных)

Шкала степени химического загрязнения почвы

Категория загрязнения	Сумм. показат загрязн (Zc)	Содержание в почве (мг/кг)					
		I класс опасности		II класс опасности		III класс опасности	
		Орган. соедин.	Неорган. соедин.	Орган. соедин.	Неорган. соедин.	Орган. соедин.	Неорган. соедин.
Чистая	–	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК
Допустимая	< 16	от 1 до 2 ПДК	от фона до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от фона до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от фона до ПДК
Умеренно опасная	16 – 32					от 2 до 5 ПДК	от ПДК до Kmax
Опасная	32 – 128	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до Kmax	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до Kmax	> 5 ПДК	> Kmax
Чрезвычайно опасная	>128	> 5 ПДК	> Kmax	> 5 ПДК	> Kmax		

Варианты

Вариант	№ точек отбора проб
1	1-5
2	6-10
3	11-15
4	16-20
5	21-25
6	26-30
7	31-35
8	36-40
9	41-45
10	46-50

Исходные данные: содержание подвижных форм химических элементов в почве исследуемого участка, мг/кг

№ точки отбора проб	Содержание химических элементов в почве исследуемого участка, мг/кг, класс опасности										
	Hg, I	V, III	Cr, II	Mn, III	Co, II	Ni, II	Cu, II	Zn, I	Zr, III	Ba, III	Pb, I
1	0,95	7	5	40	4,39	8	8	22	260	300	10
2	0,92	9	7	180	5,48	7	8	22	530	350	10
3	0,13	5	5	150	4,39	7	9,5	30	300	300	11
4	1,68	7	7	145	5,01	7	7	19	750	320	13
5	1,95	5	5	60	5,01	8	7,5	17	400	320	9
6	2,36	10	7	190	4,95	7	7	22	280	340	12
7	1,42	5	5	50	4,79	8	13	27	350	350	14
8	1,40	12	10	270	4,79	8	10	30	500	360	11
9	2,00	10	7	275	4,70	9	13	19	580	380	9
10	2,10	12	9	240	4,79	11	8	20	450	300	10

№ точки отбор а проб	Содержание химических элементов в почве исследуемого участка, мг/кг, класс опасности										
	Hg, I	V III	Cr II	Mn III	Co II	Ni II	Cu II	Zn I	Zr III	Ba III	Pb I
11	1,25	16	7	230	4,70	10	8	21	240	330	10
12	1,20	9	14	190	4,79	7	7,5	19	200	320	9
13	0,55	10	5	139	4,61	7	8,5	19	210	300	10
14	0,20	14	7	250	4,87	7	10	42	420	400	12
15	0,68	14	7	210	5,08	9	14	44	360	340	11
16	1,35	12	7	180	5,20	10	18	19	250	340	12
17	1,50	10	7	290	4,79	9	14	22	420	370	13
18	0,70	16	9	250	5,01	7	8	24	200	340	12
19	0,60	12	9	170	4,79	8	9	22	380	350	11
20	1,70	15	10	230	4,70	9	12	19	580	320	14
21	2,40	10	7	140	4,61	12	9	21	640	300	9
22	2,10	12	9	200	4,61	7	10	17	200	300	13
23	1,30	15	16	200	4,61	8	9	19	300	280	14
24	1,80	12	10	180	4,50	7	8,5	32	230	290	11
25	1,20	11	7	160	4,50	7	8	30	340	280	10
26	1,30	14	12	150	5,48	8	10	28	370	280	15
27	2,20	16	8	129	4,39	10	9,5	30	230	300	14
28	2,30	12	14	220	5,64	10	10	27	390	310	14
29	1,40	18	12	300	4,50	11	10	9	560	300	17
30	2,00	10	10	230	4,50	12	8,5	17	150	270	13
31	2,80	12	5	140	4,95	16	7,5	21	240	300	11
32	2,50	14	15	230	5,71	10	10	24	250	300	14
33	1,30	14	7	200	5,48	8	7,5	19	230	330	10
34	1,20	13	12	130	4,61	8	11	26	230	300	16
35	1,00	10	5	180	4,70	9	7,5	17	300	240	12
36	0,90	10	9	250	4,39	7	9,5	26	250	280	12
37	0,70	14	7	190	4,50	8	8	22	390	300	13
38	0,70	10	7	142	5,30	9	8,5	19	240	300	11
39	1,20	11	5	200	4,39	7	10	17	250	330	10
40	0,90	12	7	200	4,39	8	15	19	340	320	13
41	1,30	10	7	210	4,39	8	10	22	230	330	13
42	0,90	14	9	300	4,79	8	10	20	220	250	12
43	1,00	12	7	180	5,64	8	9	24	320	280	9
44	0,90	12	9	180	4,61	9	8,5	22	480	310	10
45	1,60	10	7	160	4,70	10	8,5	17	600	300	10
46	1,70	11	7	70	4,39	10	9	21	350	330	12
47	1,30	10	5	200	4,95	11	7,5	19	200	290	11
48	1,00	9	7	230	4,39	10	9,5	17	260	320	11
49	1,80	12	5	170	4,95	10	8	15	160	270	9
50	0,80	10	5	80	4,50	9	8	15	450	330	10
ПДК	2,1	-	6,0	700	5,0	4,0	3,0	23,0	-	-	6,0
Фон	1,3	11	3	180	4,2	2,4	1,5	16	220	250	4

Пример решения задания 9.5

Вариант 1

1. Рассчитаем коэффициент концентрации для каждого загрязняющего вещества в каждой точке отбора проб по формуле

$$K_{ci} = \frac{Ci}{C\Phi}.$$

Точка отбора проб № 1:

$$\begin{aligned}K_{Cr1} &= 5/3 = 1,67 \\K_{Co1} &= 4,39/4,2 = 1,05 \\K_{Ni1} &= 8/2,4 = 3,33 \\K_{Cu1} &= 8/1,5 = 5,33 \\K_{Zn1} &= 22/16 = 1,38 \\K_{Zr1} &= 260/220 = 1,18 \\K_{Ba1} &= 300/250 = 1,2 \\K_{Pb1} &= 10/4 = 2,5\end{aligned}$$

Точка отбора проб № 2:

$$\begin{aligned}K_{Cr2} &= 7/3 = 2,33 \\K_{Co2} &= 5,48/4,2 = 1,3 \\K_{Ni2} &= 7/2,4 = 2,92 \\K_{Cu2} &= 8/1,5 = 5,33 \\K_{Zn2} &= 22/16 = 1,38 \\K_{Zr2} &= 530/220 = 2,41 \\K_{Ba2} &= 350/250 = 1,4 \\K_{Pb2} &= 10/4 = 2,5\end{aligned}$$

Точка отбора проб № 3:

$$\begin{aligned}K_{Cr3} &= 5/3 = 1,67 \\K_{Co3} &= 4,39/4,2 = 1,05 \\K_{Ni3} &= 7/2,4 = 2,92 \\K_{Cu3} &= 9,5/1,5 = 6,33 \\K_{Zn3} &= 30/16 = 1,88 \\K_{Zr3} &= 300/220 = 1,36 \\K_{Ba3} &= 300/250 = 1,2 \\K_{Pb3} &= 11/4 = 2,75\end{aligned}$$

Точка отбора проб № 4:

$$\begin{aligned}K_{Hg4} &= 1,68/1,3 = 1,29 \\K_{Cr4} &= 7/3 = 2,33 \\K_{Co4} &= 5,01/4,2 = 1,19 \\K_{Ni4} &= 7/2,4 = 2,92 \\K_{Cu4} &= 7/1,5 = 4,67 \\K_{Zn4} &= 19/16 = 1,19 \\K_{Zr4} &= 750/220 = 3,41 \\K_{Ba4} &= 320/250 = 1,28 \\K_{Pb4} &= 13/4 = 3,25\end{aligned}$$

Точка отбора проб № 5:

$$K_{Hg5} = 1,95/1,3 = 1,5$$

$$K_{Cr5} = 5/3 = 1,67$$

$$K_{Co5} = 5,01/4,2 = 1,19$$

$$K_{Ni5} = 8/2,4 = 3,33$$

$$K_{Cu5} = 7,5/1,5 = 5$$

$$K_{Zn5} = 17/16 = 1,06$$

$$K_{Zr5} = 400/220 = 1,82$$

$$K_{Ba5} = 320/250 = 1,28$$

$$K_{Pb5} = 9/4 = 2,25$$

2. Произведем расчет Z_c по формуле:

$$Z_c = \sum K C_i - (n - 1)$$

Точка отбора проб № 1:

$$Z_c = (1,67 + 1,05 + 3,33 + 5,33 + 1,38 + 1,18 + 1,2 + 2,5) - (8 - 1) = 10,64$$

Точка отбора проб № 2:

$$Z_c = (2,33 + 1,3 + 2,92 + 5,33 + 1,38 + 2,41 + 1,4 + 2,5) - (8 - 1) = 12,57$$

Точка отбора проб № 3:

$$Z_c = (1,67 + 1,05 + 2,92 + 6,33 + 1,88 + 1,36 + 1,2 + 2,75) - (8 - 1) = 12,16$$

Точка отбора проб № 4:

$$Z_c = (1,29 + 2,33 + 1,19 + 2,92 + 4,67 + 1,19 + 3,41 + 1,28 + 3,25) - (9 - 1) = 13,53$$

Точка отбора проб № 5:

$$Z_c = (1,5 + 1,67 + 1,19 + 3,33 + 5 + 1,06 + 1,82 + 1,28 + 2,25) - (9 - 1) = 11,1$$

3. Произведем оценку степени загрязнения почв.

В соответствии со шкалой оценки экологической опасности загрязнения почв селитебных территорий почвы в точках отбора 1-5 относятся к минимальному, слабому уровню загрязнения.

Экологическая обстановка в этих точках относительно удовлетворительная. Показатели здоровья населения в очагах загрязнений (точках отбора проб) - наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений.

Степень химического загрязнения почвы в пробах 1-5 по суммарному показателю загрязнения (Z_c) – допустимая.

Почвы в точке отбора № 1 имеют следующую степень химического загрязнения:

По загрязняющим веществам I класса опасности:

Ртуть и цинк – допустимая, свинец – опасная.

По загрязняющим веществам II класса опасности:

Хром, кобальт – допустимая, никель, медь – опасная.

По загрязняющим веществам III класса опасности - допустимая.

Почвы в точке отбора № 2 имеют следующую степень химического загрязнения:

По загрязняющим веществам I класса опасности:

Ртуть и цинк – допустимая, свинец – опасная.

По загрязняющим веществам II класса опасности – опасная.

По загрязняющим веществам III класса опасности:

Ванадий, марганец – допустимая, цирконий, барий – опасная.

Почвы в точке отбора № 3 имеют следующую степень химического загрязнения:

По загрязняющим веществам I класса опасности:

Ртуть – допустимая, свинец, цинк – опасная.

По загрязняющим веществам II класса опасности:

Хром, кобальт – допустимая, никель медь – опасная.

По загрязняющим веществам III класса опасности:

Ванадий, марганец – допустимая, цирконий, барий – опасная.

Почвы в точке отбора № 4 имеют следующую степень химического загрязнения:

По загрязняющим веществам I класса опасности:

Ртуть и цинк – допустимая, свинец – опасная.

По загрязняющим веществам II класса опасности:

Хром, никель, медь – опасная, кобальт – допустимая.

По загрязняющим веществам III класса опасности:

Марганец, ванадий - допустимая, цирконий, барий – опасная.

Почвы в точке отбора № 5 имеют следующую степень химического загрязнения:

По загрязняющим веществам I класса опасности:

Ртуть и цинк – допустимая, свинец – опасная.

По загрязняющим веществам II класса опасности:

Хром, кобальт – допустимая, медь, никель – опасная.

По загрязняющим веществам III класса опасности:

Марганец, ванадий - допустимая, цирконий, барий – опасная.

Таким образом, в целом, степень химического загрязнения почвы представленных образцов допустимая. Однако, анализ содержания загрязняющих веществ по классам опасности показал опасный уровень загрязнения почв свинцом (I класс опасности), медью, никелем (II класс опасности), цирконием, барием (III класс опасности). Полученные данные имеют практическую значимость для разработки и реализации программ мониторинга опробованной территории.

10. Задания к разделу 4. Основы геоэкологического картографирования НВОС с использованием цифровых картографических ресурсов

Задание 10.1 Построить моноэлементную карту способом изолиний по данным геохимического исследования. Работа выполняется в программе Google Earth.

Порядок выполнения работы

1. Выбрать вариант задания.
2. Согласно координатам очертить контур участка проведения экологических изысканий.
3. Отметить точки отбора почвенных образцов.
4. Провести изолинии по точкам с одинаковыми концентрациями загрязняющих веществ.
5. С помощью инструмента «линейка» измерить общую площадь участка, площадь выделенных зон загрязнения. Рассчитать процент общей территории, подверженной загрязнению различной степени.
6. Сделать вывод об уровне загрязнения выделенной территории.

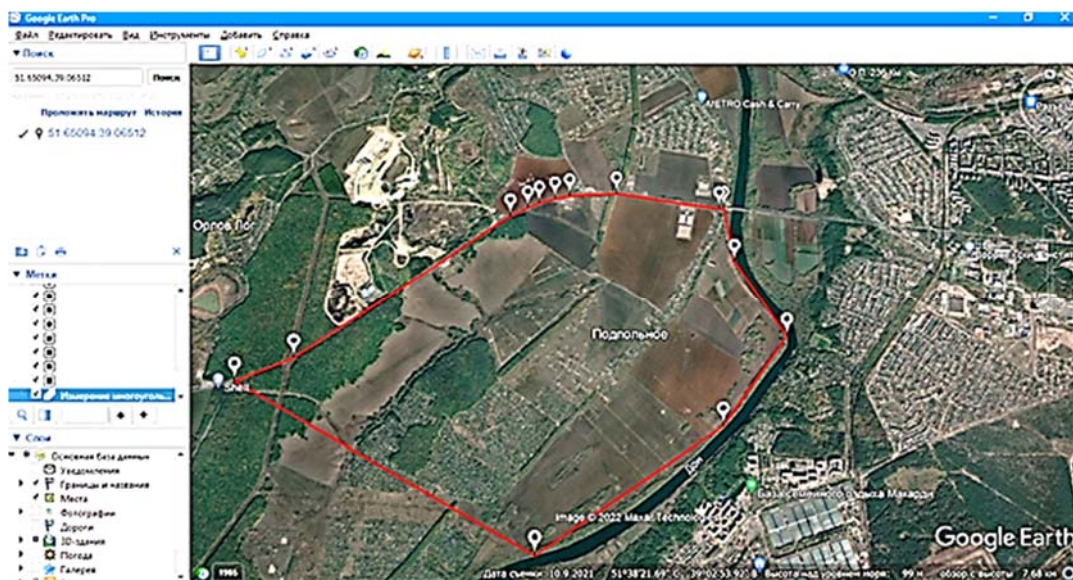
Исходные данные:

Координаты участка изысканий (точки по периметру)	Координаты точек отбора почвенных проб	Варианты					
		I C _{Pb} , мг/кг	II C _{Cd} , мг/кг	III C _{As} , мг/кг	IV C _{Zn} , мг/кг	V C _{Ni} , мг/кг	VI C _{Cu} , мг/кг
51.65087,39.06438	Т.1: 51.65132,39.05975	35,0	0,14	12,4	5,51	33,42	3,35
51.65235,39.04820	Т.2: 51.65229,39.04838	32,7	0,11	12,9	5,74	33,0	7,75
51.65208,39.04080	Т.3: 51.65132,39.03728	33,4	0,15	12,7	5,34	32,54	7,65
51.65175,39.03852	Т.4: 51.64860,39.02927	22,4	0,09	12,0	3,57	32,78	7,99
51.65126,39.03605	Т.5: 51.64434,39.02062	29,8	0,01	13,2	3,83	32,65	7,86
51.65078,39.03429	Т.6: 51.64247,39.01683	31,9	0,07	12,8	3,65	32,98	7,67
51.64984,39.03167	Т.7: 51.64066,39.01305	20,6	0,03	6,5	1,06	1,08	1,07
51.63538,39.00133	Т.8: 51.63781,39.00733	21,5	0,09	5,9	1,16	1,12	1,0
51.63318,38.99336	Т.9: 51.63502,39.00087	23,7	0,06	6,0	1,19	1,10	0,96
51.61826,39.03757	Т.10: 51.63292,38.99381	25,4	0,05	6,3	1,09	1,09	1,05
	Т.11: 51.63542,39.01076	13,5	0,02	5,7	1,14	1,06	0,95
	Т.12: 51.63247,39.00415	11,6	0,04	5,5	1,13	1,13	1,10
	Т.13: 51.64030,39.02200	27,4	0,09	13,0	3,35	33,21	7,95
	Т.14: 51.64483,39.03831	25,8	0,19	13,5	3,76	32,89	8,05
	Т.15: 51.65036,39.04178	30,6	0,14	12,9	5,97	32,86	8,0
51.62930,39.06382	Т.16: 51.65154,39.04427	33,4	0,12	12,5	5,12	33,21	7,90
	Т.17: 51.65098,39.05075	32,7	0,30	13,0	6,01	32,75	3,28
	Т.18: 51.65024,39.05659	33,0	0,34	12,8	5,29	33,35	3,37
51.63773,39.07378	Т.19: 51.64506,39.05419	15,8	0,28	10,3	6,04	32,97	3,25
	Т.20: 51.63761,39.04783	13,7	0,15	9,8	5,48	33,24	5,43
	Т.21: 51.63473,39.03663	14,0	0,17	18,5	5,87	33,13	10,45
51.64529,39.06644	Т.22: 51.62903,39.04466	15,0	0,40	18,8	5,94	25,65	10,37
	Т.23: 51.62731,39.05798	13,5	0,31	19,3	5,80	24,98	10,24

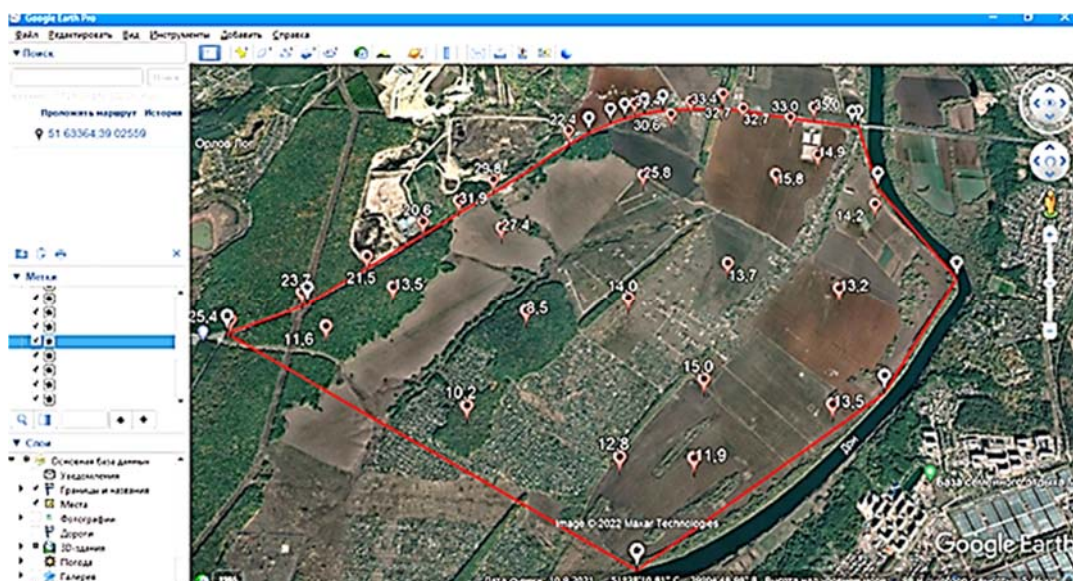
Координаты участка изысканий (точки по периметру)	Координаты точек отбора почвенных проб	Варианты					
		I C _{Pb} , мг/кг	II C _{Cd} , мг/кг	III C _{As} , мг/кг	IV C _{Zn} , мг/кг	V C _{Ni} , мг/кг	VI C _{Cu} , мг/кг
51.65094,39.06512	Т.24: 51.64255,39.06554	14,2	0,26	10,0	5,57	24,77	5,67
	Т.25: 51.64681,39.05944	14,9	0,32	9,9	5,72	32,89	3,34
	Т.26: 51.62701,39.02010	10,2	0,8	5,4	1,08	1,07	1,04
	Т.27: 51.62389,39.03582	12,8	0,26	18,6	5,12	25,54	10,12
	Т.28: 51.62381,39.04335	11,9	0,29	19,0	5,35	25,12	10,36
	Т.29: 51.63568,39.06010	13,2	0,33	10,1	5,64	24,88	5,54
	Т.30: 51.63364,39.02556	8,5	0,9	5,7	1,07	1,10	1,01

*Пример выполнения задания 10.1.
(в качестве примера был выбран 1 вариант)*

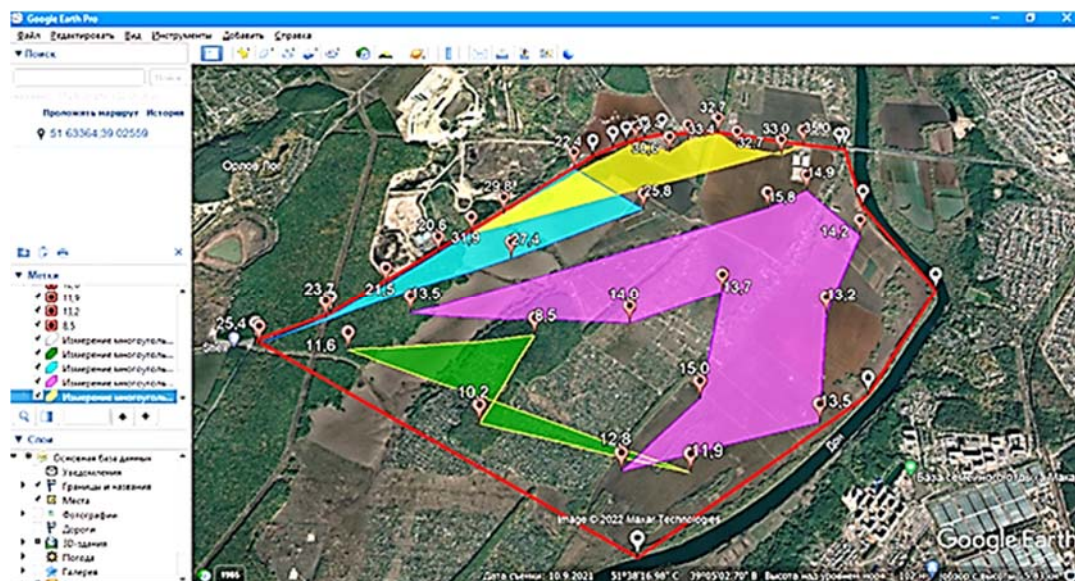
1. Согласно координатам очертим контур участка проведения экологических изысканий.



2. Далее отмечаем точки отбора почвенных образцов.



3. Проводим изолинии по точкам с приближенными концентрациями загрязняющих веществ.



4. С помощью инструмента «линейка» измеряем общую площадь участка, площадь выделенных зон загрязнения:

Общая площадь участка – 12 010 916 м²

Площадь загрязненной территории – 5 286 599 м²

5. Рассчитываем процент общей территории, подверженной загрязнению различной степени:

Процент территории, подверженной загрязнению различной степени составляет 44,01 % от общей площади участка.

Задание 10.2. Построить карту распределения значения экологической опасности загрязнения почв (Z_c). Работа выполняется в программе Google Earth.

Порядок выполнения работы:

1. Согласно координатам очертить контур участка проведения экологических изысканий.

2. Отметить точки отбора почвенных образцов (на карте отмечается каждая точка и значение Z_c).

3. Провести изолинии по точкам со значениями Z_c , сгруппированным следующим образом: $Z_c < 16$; $Z_c = 16-32$; $Z_c = 32-128$; $Z_c > 128$.

4. С помощью инструмента «линейка» измерить общую площадь участка, площадь выделенных зон загрязнения. Рассчитать процент общей территории, подверженной загрязнению различной степени.

5. Сделать вывод об экологической опасности загрязнения почв на выделенной территории.

Исходные данные:

Координаты участка изысканий (точки по периметру)	Координаты точек отбора почвенных проб	Значения показателя Zс уровня загрязнения почв комплексом элементов
50.33373,39.63196	т.1: 50.33170,39.63931	5
50.33094,39.67080	т.2: 50.28777,39.66291	17
50.34333,39.72470	т.3: 50.27319,39.66219	19
50.33775,39.72858	т.4: 50.27474,39.68306	21
50.34829,39.77131	т.5: 50.32674,39.66686	8
50.33249,39.77568	т.6: 50.28514,39.62456	28
50.32009,39.78490	т.7: 50.33286,39.69975	10
50.29931,39.78442	т.8: 50.32868,39.71529	14
50.29311,39.78976	т.9: 50.33738,39.74448	20
50.27574,39.78490	т.10: 50.23283,39.63572	46
50.26146,39.77034	т.11: 50.32266,39.75856	23
50.24376,39.73392	т.12: 50.31197,39.75832	27
50.24221,39.71062	т.13: 50.30421,39.73283	29
50.20431,39.59263	т.14: 50.31708,39.69617	15
50.21892,39.58729	т.15: 50.30918,39.67894	11
50.22513,39.59215	т.16: 50.32204,39.64276	9
50.24469,39.58292	т.17: 50.30592,39.64908	13
50.28535,39.62079	т.18: 50.29429,39.68913	34
50.33373,39.63196	т.19: 50.28762,39.70904	20
	т.20: 50.28281,39.73793	30
	т.21: 50.26900,39.74497	34
	т.22: 50.25535,39.74278	38
	т.23: 50.24526,39.71705	33
	т.24: 50.24432,39.69059	39
	т.25: 50.23858,39.66389	42
	т.26: 50.25317,39.65587	40
	т.27: 50.25643,39.62310	45
	т.28: 50.24448,39.59106	49
	т.29: 50.22243,39.61048	44
	т.30: 50.21155,39.59470	47

Техника выполнения задания 10.2 аналогична технике выполнения задания 10.1.

11. Задания к разделу 5. Методология расчета НЭУ от объектов (территорий) размещения ТКО

Рассчитать размер вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, по вариантам согласно методике.

Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (далее – Методика) утверждена Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 8 июля 2010 г. № 238, актуальная редакция от 18 ноября 2021 года [50].

Методика предназначена для исчисления в стоимостной форме размера вреда, нанесенного почвам, в том числе имеющим плодородный слой, в результате нарушения законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, а также при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Методикой исчисляется в стоимостной форме размер вреда, причиненный почвам как самостоятельному естественно-историческому органоминеральному природному телу, возникшему на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящему из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющему специфические генетико-морфологические признаки и свойства, создающие в некоторых случаях при определенных природно-климатических условиях благоприятные химические, физические и биологические условия для роста и развития растений, в результате их загрязнения, порчи (частичного разрушения), уничтожения (полного разрушения) плодородного слоя.

Методика не распространяется на случаи загрязнения почв радиоактивными веществами, а также на случаи захламления почв радиоактивными отходами, биологическими отходами, медицинскими отходами.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, осуществляется по формуле

$$УЩ = УЩ_{\text{загр}} + УЩ_{\text{отх}} + УЩ_{\text{перекр}} + УЩ_{\text{сн}} + УЩ_{\text{уничт}}, \quad (11.1)$$

где:

УЩ – общий размер вреда, причиненного почвам (руб.);

УЩ_{загр} – размер вреда в результате загрязнения почв, возникшего при поступлении в почву загрязняющих веществ, приводящего к несоблюдению нормативов качества окружающей среды для почв, включая нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве, нормативы качества почв в пределах территории субъекта Российской Федерации (далее – нормативы ПДК и ОДК химических веществ в почве, региональные нормативы соответственно) (руб.);

$УЩ_{отх}$ – размер вреда в результате порчи почв при их захламлении, возникшего при складировании на поверхности почвы или в почвенной толще отходов производства и потребления (руб.);

$УЩ_{перекр}$ – размер вреда в результате порчи почвы при перекрытии ее поверхности, возникшего при перекрытии искусственными покрытиями и (или) объектами (в том числе линейными объектами и местами несанкционированного размещения отходов производства и потребления) (руб.);

$УЩ_{сн}$ – размер вреда в результате порчи почв при снятии и (или) перемещении плодородного слоя почвы (руб.);

$УЩ_{уничт}$ – размер вреда в результате уничтожения (полного разрушения) плодородного слоя почвы (руб.).

Исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате загрязнения почв, возникшего при поступлении в почву загрязняющих веществ, приводящего к несоблюдению нормативов качества окружающей среды для почв, включая нормативы ПДК и ОДК химических веществ в почве, региональные нормативы, осуществляется по формуле

$$УЩ_{загр} = СЗ \times S \times K_r \times K_{исп} \times T_x \times K_{мпс}, \quad (11.2)$$

где:

$УЩ_{загр}$ – размер вреда (руб.);

$СЗ$ – степень загрязнения;

S – площадь загрязненного участка (кв. м);

K_r – показатель, учитывающий глубину загрязнения, порчи почв при перекрытии ее поверхности искусственными покрытиями и (или) объектами (в том числе линейными объектами и местами несанкционированного размещения отходов производства и потребления);

$K_{исп}$ – показатель, учитывающий категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка;

T_x – такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, при загрязнении почв определяется согласно приложению;

$K_{мпс}$ – показатель, учитывающий мощность плодородного слоя почвы.

Степень загрязнения зависит от соотношения фактического содержания i -го загрязняющего вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв (табл. 11.1).

Соотношение (C) фактического содержания i -го загрязняющего вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв определяется по формуле

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{X_n} \right), \quad (11.3)$$

где:

X_i – фактическое содержание i -го загрязняющего вещества в почве (мг/кг);

X_n – норматив качества окружающей среды для почв (мг/кг).

При отсутствии установленного норматива качества окружающей среды для почв (для конкретного загрязняющего вещества) в качестве значения X_n применяется значение концентрации этого загрязняющего вещества на сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения.

В случае если отношение X_i/X_n для конкретного загрязняющего вещества менее или равно 1, то данное отношение не включается в формулу расчета соотношения (С) фактического содержания i -го загрязняющего вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв вследствие отсутствия превышения норматива качества окружающей среды для почв по данному загрязняющему веществу.

Таблица 11.1

Значения СЗ при различных значениях С

С	СЗ
<5	1,5
5-10	2,0
10-20	3,0
20-30	4,0
30-50	5,0
50-70	6,0
70-100	7,0
100-150	8,0
150-250	12,0
>250	15,0

Величина показателя, учитывающего глубину загрязнения почв (K_r), определяется в соответствии с максимальной фактической глубиной загрязнения почв (табл. 11.2), которая не может превышать значения мощности почв в зависимости от приуроченности земельного участка к лесорастительным зонам и земельным участкам, расположенным севернее зоны притундровых лесов и редкостойной тайги, установленные в Приложении 4.

Таблица 11.2

Значения K_r в зависимости от глубины загрязнения почв

Глубина загрязнения почв	K_r
< 5 см	1
До 20 см	1,3
До 50 см	1,5
До 100 см	1,7
До 150 см	2,0
До 200 см	2,5
>200 см	3,0

В случае порчи почв при перекрытии ее поверхности искусственными покрытиями и (или) объектами (в том числе линейными объектами и местами несанкционированного размещения отходов производства и потребления) значение показателя (K_r) принимается равным 0,5.

Величина показателя $K_{исп}$, учитывающего категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка, показана в табл. 11.3.

Таблица 11.3

Значение показателя $K_{исп}$ в зависимости от категории и разрешенного использования земель

Категория земель и вид разрешенного использования	$K_{исп}$
Земли особо охраняемых природных территорий, земель природоохранного назначения, особо ценных земель, в пределах которых имеются природные объекты и объекты культурного наследия, представляющие особую научную, историко-культурную ценность	2
Сельскохозяйственные угодья в районах Крайнего Севера, представляющих собой мохово-лишайниковые оленьи пастбища, в составе земель сельскохозяйственного назначения	1,9
Водоохранные зоны в составе земель всех категорий	1,8
Иные сельскохозяйственные угодья в составе земель сельскохозяйственного назначения	1,6
Земли лесного фонда и земель иных категорий, на которых располагаются леса	1,5
Земли населенных пунктов за исключением земельных участков, отнесенных в соответствии с градостроительными регламентами к производственным зонам, зонам инженерных и транспортных инфраструктур, зонам специального назначения, зонам военных объектов	1,3
Земли остальных категорий и видов разрешенного использования, а также для земельных участков, государственная собственность на которые не разграничена	1,0

Если вред почвам причинен на землях нескольких категорий и видов разрешенного использования, которые расположены в пределах одной территории, подвергшейся негативному воздействию, то в расчетах используется величина показателя, учитывающего категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка ($K_{исп}$), с максимальным значением.

Если вред почвам причинен на земельных участках, государственная собственность на которые не разграничена, имеющих в составе водоохранные зоны и леса, то в расчетах используется величина показателя, учитывающего категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка ($K_{исп}$), установленная для водоохранных зон в составе земель всех категорий или для земель лесного фонда и земель иных категорий, на которых располагаются леса.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате порчи почв при их захлавлении, возникшего при складировании на поверхности

почвы или почвенной толще отходов производства и потребления, осуществляется по формуле:

$$\text{УЩ}_{\text{отх}} = \sum_{i=1}^n (M_i \times T_{\text{отх}}) \times K_{\text{исп}} \times K_{\text{мпс}}, \quad (11.4)$$

где:

$\text{УЩ}_{\text{отх}}$ – размер вреда (руб.);

M_i – масса отходов с одинаковым классом опасности (тонна);

n – количество видов отходов, сгруппированных по классам опасности в пределах одного участка, на котором выявлено несанкционированное размещение отходов производства и потребления;

$K_{\text{исп}}$ – показатель, учитывающий категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка;

$T_{\text{отх}}$ – такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, в результате порчи почв при их захламлении, определяется согласно Приложению 3 (руб./тонна);

$K_{\text{мпс}}$ – показатель, учитывающий мощность плодородного слоя почвы.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате порчи почв при перекрытии ее поверхности, возникшего при перекрытии искусственными покрытиями и (или) объектами (в том числе линейными объектами и местами несанкционированного размещения отходов производства и потребления) осуществляется по формуле:

$$\text{УЩ}_{\text{перекр}} = S \times K_r \times K_{\text{исп}} \times T_x \times K_{\text{мпс}}, \quad (11.5)$$

где:

$\text{УЩ}_{\text{перекр}}$ – размер вреда (руб.);

S – площадь участка, на котором обнаружена порча почв (кв. м);

K_r – показатель, учитывающий глубину загрязнения, порчи почв при перекрытии ее поверхности искусственными покрытиями и (или) объектами (в том числе линейными объектами и местами несанкционированного размещения отходов производства и потребления);

$K_{\text{исп}}$ – показатель, учитывающий категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка;

T_x – такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, при порче почв, руб./кв. м, определяется согласно Приложению 2;

$K_{\text{мпс}}$ – показатель, учитывающий показатель, учитывающий мощность плодородного слоя почвы.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате порчи почв при снятии и (или) перемещении плодородного слоя почвы осуществляется по формуле

$$\text{УЩ}_{\text{сн}} = S \times K_{\text{исп}} \times T_x \times K \times K_{\text{мпс}}, \quad (11.6)$$

где:

$\text{УЩ}_{\text{сн}}$ – размер вреда (руб.);

S – площадь участка, на котором обнаружена порча почв при снятии и (или) перемещении плодородного слоя почвы (кв. м);

$K_{исп}$ – показатель, учитывающий категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка;

T_x – такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, при порче почв, руб./кв. м определяется согласно приложению;

$K_{мпс}$ – показатель, учитывающий мощность плодородного слоя почвы.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате уничтожения (полного разрушения) плодородного слоя почвы осуществляется по формуле

$$УЩ_{уничт} = 25 \times S \times K_{исп} \times T_x \times K_{мпс}, \quad (11.7)$$

где:

$УЩ_{уничт}$ – размер вреда (руб.);

S – площадь участка, на котором обнаружено уничтожение плодородного слоя почвы (кв. м);

$K_{исп}$ – показатель, учитывающий категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка;

T_x – такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, при уничтожении плодородного слоя почв, руб./кв. м, определяется согласно Приложению 2;

$K_{мпс}$ – показатель, учитывающий мощность плодородного слоя почвы.

Коэффициент $K_{мпс}$ применяется при наличии плодородного слоя почвы (табл. 11.4).

Таблица 11.4

Значения показателя, учитывающего мощность плодородного слоя почвы

Мощность плодородного слоя почв	Значение $K_{мпс}$
< 0,5 см	8
до 5 см	6
до 15 см	5
до 20 см	4
до 30 см	3
до 40 см	2,5
до 50 см	2
до 60 см	1,5
>60 см	1

В случае отсутствия плодородного слоя почвы (или недоказанности его наличия) коэффициент $K_{мпс}$ принимается равным 1.

Таксы для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, при загрязнении, порче (частичном разрушении) и уничтожении (полном разрушении) почв определяются

согласно приложениям 2 и рассчитываются с учетом коэффициента дефлятора путем умножения.

Коэффициент дефлятор учитывает инфляционную составляющую экономического развития, принимается на уровне накопленного к периоду исчисления размера вреда (год причинения вреда почвам) индекса-дефлятора по отношению к 2010 году, который определяется как произведение соответствующих индексов-дефляторов по годам по строке «инвестиции в основной капитал (капитальные вложения) за счет всех источников финансирования», разрабатываемых и публикуемых Минэкономразвития России в рамках прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочный период (далее – индекс-дефлятор). Коэффициент индексации рассчитывается без учета прогнозного значения индекса-дефлятора на текущий год (значения индекса-дефлятора на год причинения вреда почвам).

Задание 11.1. Рассчитать в стоимостной форме размер вреда, причиненного почвам в результате загрязнения.

Пример решения задачи

Вариант 1

Рассчитаем размер вреда в результате уничтожения (полного разрушения) плодородного слоя почвы:

$$УЩ_{\text{загр}} = СЗ \times S \times K_r \times K_{\text{исп}} \times T_x \times K_{\text{мпс}},$$

$$СЗ = 3,0 \text{ (согласно табл. 11.1)}$$

$$K_r = 1,5 \text{ (согласно табл. 11.2)}$$

$$K_{\text{исп}} = 1,5 \text{ (согласно табл. 11.3)}$$

$$T_x = 500 \text{ руб./м}^2$$

$$K_{\text{мпс}} = 1 \text{ (согласно табл. 11.4)}$$

$$УЩ_{\text{загр}} = 3,0 \times 5000 \times 1,5 \times 1,5 \times 500 \times 1 = 16875000 \text{ руб.}$$

Исходные данные:

Показатели для расчета	Варианты				
	I	II	III	IV	V
Площадь загрязненного участка (кв. м)	5000	48	40000	100	12000
Соотношение С (соотношение фактического содержания i-го загрязняющего вещества)	12	7	24	38	10

Показатели для расчета	Варианты				
	I	II	III	IV	V
в почве к нормативу качества окружающей среды для почв					
Глубина загрязнения почв, см	47	20	18	36	58
Категория земель и вид разрешенного использования	земли лесного фонда и земель иных категорий, на которых располагаются леса	водоохранные зоны в составе земель всех категорий	с/х угодья в составе земель с/х назначения	земли населенных пунктов	земли населенных пунктов
Приуроченность земельного участка к лесорастительным зонам	лесостепная зона	степная зона	лесостепная зона	зона хвойно-широколиственных лесов	зона полупустынь и пустынь

Задание 11.2. Рассчитать в стоимостной форме размер вреда в результате порчи почв при их захламлении, возникшего при складировании на поверхности почвы или почвенной толще отходов производства и потребления.

Пример решения задачи

Вариант 1

Рассчитаем исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате порчи почв при их захламлении, возникшего при складировании на поверхности почвы или почвенной толще отходов производства и потребления (осуществляется по формуле 11.4):

$$K_{\text{исп}} = 1,5 \text{ (согласно табл. 11.3)}$$

$$K_{\text{мпс}} = 1$$

$$\begin{aligned} \text{УЩ}_{\text{отх}} &= (4 \times 5400 + 10 \times 13000 + 7 \times 10000) \times 1,5 \times 1 = \\ &= (216000 + 130000 + 70000) \times 1,5 = 416000 \times 1,5 = 624000 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Исходные данные:

Показатели для расчета	Варианты				
	I	II	III	IV	V
Масса отходов I класса опасности (тонна)	-	0,5	-	-	8
Масса отходов II класса опасности (тонна)	-	-	3	-	6

Показатели для расчета	Варианты				
	I	II	III	IV	V
Масса отходов III класса опасности (тонна)	4	-	7	14	16
Масса отходов IV класса опасности (тонна)	10	24	-	-	-
Масса отходов V класса опасности (тонна)	7	5	-	-	-
Категория земель и вид разрешенного использования	земли лесного фонда и земель иных категорий, на которых располагаются леса	водо-охранные зоны в составе земель всех категорий	с/х угодья в составе земель с/х назначения	земли населенных пунктов	земли населенных пунктов
Приуроченность земельного участка к лесорастительным зонам	лесостепная зона	степная зона	лесостепная зона	зона хвойно-широколиственных лесов	зона полупустынь и пустынь

Задание 11.3. Рассчитать в стоимостной форме размер вреда в результате порчи почв при перекрытии ее поверхности, возникшего при перекрытии искусственными покрытиями и (или) объектами

Пример решения задачи

Вариант 1

Рассчитаем исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате порчи почв при перекрытии ее поверхности, возникшего при перекрытии искусственными покрытиями и (или) объектами (в том числе линейными объектами и местами несанкционированного размещения отходов производства и потребления) (осуществляется по формуле 11.5):

$$УЩ_{\text{перекр}} = 5000 \times 1,5 \times 1,5 \times 500 \times 1 = 5625000 \text{ руб.}$$

Исходные данные:

Показатели для расчета	Варианты				
	I	II	III	IV	V
Площадь загрязненного участка (кв. м)	5000	48	40000	100	12000
Глубина загрязнения почв, см	47	20	18	36	58

Показатели для расчета	Варианты				
	I	II	III	IV	V
Категория земель и вид разрешенного использования	земли лесного фонда и земель иных категорий, на которых располагаются леса	водоохранные зоны в составе земель всех категорий	с/х угодья в составе земель с/х назначения	земли населенных пунктов	земли населенных пунктов
Приуроченность земельного участка к лесорастительным зонам	лесостепная зона	степная зона	лесостепная зона	зона хвойно-широколиственных лесов	зона полупустынь и пустынь

Задание 11.4. Рассчитать в стоимостной форме размер вреда в результате порчи почв при снятии и (или) перемещении плодородного слоя почвы.

Пример решения задачи

Вариант 1

Рассчитаем исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате порчи почв при снятии и (или) перемещении плодородного слоя почвы (осуществляется по формуле 11.6):

$$УЩ_{\text{сн}} = 5000 \times 1,5 \times 500 \times 1 = 3750000 \text{ руб.}$$

Исходные данные:

Показатели для расчета	Варианты				
	I	II	III	IV	V
Площадь загрязненного участка (кв. м)	5000	48	40000	100	12000
Категория земель и вид разрешенного использования	земли лесного фонда и земель иных категорий, на которых располагаются леса	водоохранные зоны в составе земель всех категорий	с/х угодья в составе земель с/х назначения	земли населенных пунктов	земли населенных пунктов
Приуроченность земельного участка к лесорастительным зонам	лесостепная зона	степная зона	лесостепная зона	зона хвойно-широколиственных лесов	зона полупустынь и пустынь

Задание 11.5. Рассчитать в стоимостной форме размер вреда в результате уничтожения (полного разрушения) плодородного слоя почвы

Пример решения задачи

Вариант 1

Рассчитаем исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате уничтожения (полного разрушения) плодородного слоя почвы (осуществляется по формуле 11.7):

$$УЩ_{\text{уничт}} = 25 \times 5000 \times 1,5 \times 500 \times 1 = 93750000 \text{ руб.}$$

Исходные данные:

Показатели для расчета	Варианты				
	I	II	III	IV	V
Площадь загрязненного участка (кв. м)	5000	48	40000	100	12000
Мощность плодородного слоя почв	56	48	38	30	15
Категория земель и вид разрешенного использования	земли лесного фонда и земельных категорий, на которых располагаются леса	водоохранные зоны в составе земель всех категорий	с/х угодья в составе земель с/х назначения	земли населенных пунктов	земли населенных пунктов
Приуроченность земельного участка к лесорастительным зонам	лесостепная зона	степная зона	лесостепная зона	зона хвойно-широколиственных лесов	зона полупустынь и пустынь

12. Тесты к разделу 6. Методы и технологии ликвидации накопленного экологического вреда от объектов размещения отходов, эколого-химический мониторинг загрязненных территорий

12.1. Ликвидация объекта размещения отходов – это...

А) изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду;

Б) временное складирование отходов (на срок не более чем одиннадцать месяцев) в местах (на площадках), обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в целях их дальнейших утилизации, обезвреживания, размещения, транспортирования;

В) деятельность по демонтажу установленного на объекте размещения отходов оборудования и сносу его конструктивных элементов, удалению размещенных на нем отходов, приведению территории, на которой объект расположен, в состояние, обеспечивающее безопасность жизни, здоровья граждан, охрану окружающей среды, в том числе выполнение работ по восстановлению нарушенных земель;

Г) деятельность по сохранению объекта размещения отходов после прекращения размещения на нем отходов в безаварийном состоянии, изоляции размещенных на объекте отходов, исключаящем загрязнение окружающей среды в течение неопределенного срока, с возможностью использования территории расположения объекта размещения отходов для иных целей.

12.2. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение. Возможность эффективного применения технологических решений (технологий) для ликвидации объектов НВОС и восстановления исходных характеристик территории, на которой этот объект располагался, зависит от ряда факторов, таких как...

А) время существования объекта НВОС;

Б) размеры объекта НВОС, виды и масштабы его воздействия на компоненты окружающей среды;

В) социально-экономическая ценность территории, на которой расположен объект НВОС;

Г) уровня финансирования объекта НВОС.

12.3. Возможность эффективного применения технологических решений (технологий) для ликвидации объектов НВОС и

восстановления исходных характеристик территории, на которой этот объект располагался, зависит от ряда факторов, таких как ...

А) развитость нормативно-правового регулирования в сфере ликвидации (рекультивации) объектов НВОС на федеральном уровне и на уровне субъекта Федерации, где расположен объект НВОС;

Б) информационная и техническая обеспеченность возможности применения технологических решений;

В) наличие инфраструктуры, позволяющей доставлять к объекту НВОС трудовые ресурсы, необходимую технику, оборудование, вещества и материалы, а также размещать отходы ликвидации;

Г) все варианты верны

12.4. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение. Реализация технологических решений ликвидации объектов размещения отходов (технологий) предполагает выполнение следующих операций:

А) определение потока контролируемых химических элементов на почве контролируемых фоновых территорий;

Б) изъятие (экскавация) загрязненного грунта, деградированного почвенного покрова или донных осадков, откачка загрязненных подземных вод;

В) закачка разнообразных химических веществ или материалов в грунт либо подземные воды для изоляции или отверждения загрязнений;

Д) обработка (in situ – на месте или ex situ – вне места) почвы, грунта, подпочвенных вод или донных осадков различными химическими или биологическими препаратами.

12.5. Выберите ВЕРНОЕ утверждение. Реализация технологических решений ликвидации объектов размещения отходов (технологий) предполагает выполнение следующих операций:

А) определение уровней контролируемых показателей состояния почв на территории, окружающей источник загрязнения;

Б) рекультивация очищенных территорий с помощью разного вида растительных материалов;

В) оценка эффективности возможных мероприятий по снижению или ликвидации последствий загрязнения почв;

Г) нет верного варианта

12.6. Заполните пропуски

Захоронение отходов производится в случае, когда их переработка с целью вторичного использования _____ или невозможна. Обычно захоронение производится на специально оборудованных _____, где созданы условия для минимизации ущерба окружающей среде.

Слова: опасна, полигонах.

12.7. Что предусматривает осушение территорий путем сбора и отвода подземных гравитационных вод в естественные понижения (реки, озера и т. п.) или искусственные сооружения (каналы и др.):

- А) дренаж;
- Б) электрохимическая обработка;
- В) фильтрация.

12.8. Дренажные устройства разделяются:

- А) на надземные и подземные;
- Б) поверхностные и подземные;
- В) надземные, подземные и комбинированные;
- Г) поверхностные, подземные и комбинированные.

12.9. Выберите правильные ответы

По схеме расположения дренажные устройства подразделяются:

- А) на кустовые;
- Б) линейные;
- В) продольные;
- Г) контурные;
- Д) сетчатые.

12.10. Верно или неверно утверждение?

Противофильтрационная завеса (ПФЗ) — это вертикальная или наклонная водонепроницаемая или малопроницаемая для фильтрационного потока воды преграда, устраиваемая в грунте основания подпорного гидротехнического сооружения и в береговых его примыканиях.

- А) верно;
- Б) неверно.

12.11. Верно или неверно утверждение?

Глинизация наиболее эффективна в случае агрессивности фильтрационного потока и значительной трещиноватости и кавернозности скальных пород, что имеет место преимущественно в песчаниках и известняках, а также в аллювиальных грунтах.

- А) верно;
- Б) неверно.

12.12. Наиболее распространены следующие механические методы обработки отходов, шламов или загрязненных грунтов:

- А) дробление;
- Б) сортировка;
- В) брикетирование;
- Г) все ответы верны.

12.13. К химическим методам очистки относят следующие группы технологических решений:

- А) рекультивация очищенных территорий с помощью разного вида растительных материалов;
- Б) реагентная нейтрализация;
- В) дренажные устройства;
- Г) нет верного ответа.

12. 14. Адсорбция – это...

- А) накопление частиц адсорбтива на поверхности адсорбента;
- Б) накопление частиц адсорбента на поверхности адсорбтива;
- В) накопление частиц адсорбата на поверхности адсорбтива;
- Г) накопление частиц адсорбата внутри адсорбента.

12.15. Сорбцией называется:

- А) притяжение (сцепление или прилипание) приведенных в контакт поверхностей двух конденсированных фаз;
- Б) самопроизвольное изменение формы граничной поверхности;
- В) самопроизвольное накопление (поглощение) газообразного или растворенного в жидкости вещества на поверхности либо в объеме конденсированной фазы (твердого тела или жидкости);
- Г) образование поверхности раздела между двумя несмешивающимися фазами.

12.16. Установите иерархию систем мониторинга от простого к сложному

- А) глобальный фоновый мониторинг;
- Б) мониторинг источников;
- В) региональный мониторинг;
- Г) импактный мониторинг.

12.17. Выберите верное определение. Восстановление природной среды – это...

- А) переход окружающей среды на более высокий энергетический уровень, повышение качества этой среды в результате эволюционного развития или деятельности человека;
- Б) комплекс мер по экологическому и экономическому восстановлению земель и водных ресурсов, плодородие которых в результате человеческой деятельности существенно снизилось;
- В) комплекс мероприятий, направленных на восстановление биогеоценозов (экосистем), способных к самовосстановлению и саморегуляции и максимально возможно соответствующих в восстановленном состоянии параметрам естественной природной среды.

12.18. Кто может обратиться с требованием о возмещении вреда окружающей среде в органы местного самоуправления в области охраны окружающей среды?

А) прокурор, некоммерческие организации, осуществляющие деятельность в области охраны окружающей среды, а также органы местного самоуправления;

Б) уполномоченные органы государственной власти Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, прокурор, граждане, общественные объединения и некоммерческие организации, осуществляющие деятельность в области охраны окружающей среды, а также органы местного самоуправления;

В) уполномоченные органы государственной власти Российской Федерации.

12.19. Выберите основной метод, относящийся к ликвидации накопленного вреда окружающей среде

А) рекультивация;

Б) фильтрация;

В) промывка почв.

12.20. К организации работ по ликвидации накопленного вреда относят: 1) проведение необходимых обследований, в том числе инженерных изысканий; 2) разработку проекта работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, его согласование и утверждение; Выберите недостающие утверждения.

А) проведение работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде;

Б) ликвидация объектов размещения отходов;

В) контроль и приемка выполненных работ.

12.21. Чем регулируется порядок ликвидации накопленного вреда окружающей среде?

А) главой XIV.1 Федерального закона «Об охране окружающей среды»;

Б) контролем за ликвидацией объектов размещения отходов;

В) Правилами ведения государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде;

Г) Критериями категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке.

12.22. К какому методу реабилитации почв, грунтов и подземных вод относится адсорбция?

А) химическому;

Б) физическому;

В) физико-химическому.

12.23. Какие методы объединяет промывка почв?

- А) коагуляцию, адсорбцию, десорбцию;
- Б) десорбцию, флотацию, фильтрацию;
- В) коагуляцию, флотацию, десорбцию.

12.24. Какие соли применяют при очистке почвы минеральными коагулянтами?

- А) соли алюминия;
- Б) соли железа;
- В) соли магния;
- Г) все вышеперечисленные.

12.25. Выберите наиболее распространенные физические методы ликвидации НВОС в России:

- А) механические методы обработки отходов, шламов или загрязненных грунтов – дробление, сортировка и брикетирование;
- Б) паровая экстракция почвы;
- В) новые технологии, основанные на включении механизмов самоочищения почв, таких как вспашка и взрыв.

12.26. Химическая экстракция – метод обезвреживания отходов или рекультивации территорий, основанный на уменьшении за счет биodeградации концентраций загрязняющих веществ до безопасных для окружающей среды значений

- А) неверно;
- Б) верно.

12.27. Что не относится к химическим методам ликвидации НВОС?

- А) реагентная нейтрализация (стабилизация);
- Б) компостирование;
- В) окислительно-восстановительные методы;
- Г) химическая экстракция.

12.28. Реагентная нейтрализация (стабилизация) – это химический процесс, в ходе которого загрязняющие вещества переходят в безопасную для окружающей среды форму.

- А) неверно;
- Б) верно.

12.29. Впишите букву из правого столбца, соответствующую определению из левого столбца

1. Химическая экстракция – удаление из отходов загрязнителей путем их химического превращения в соединения, растворимые в данном растворителе.	А) окислительно-восстановительные методы
--	--

Осуществляется за счет химического взаимодействия извлекаемых веществ с экстрагентами	
2. Это химический процесс, в ходе которого загрязняющие вещества переходят в безопасную для окружающей среды форму	Б) химическая экстракция
3. На них основано большинство технологий очистки природных и сточных вод – аэрация, хлорирование, озонирование	В) реагентная нейтрализация (стабилизация)

12.30. Что относится к методам термической обработки?

- А) непосредственное сжигание, или огневая переработка;
- Б) криогенные технологии;
- В) реагентная нейтрализация (стабилизация);
- Г) плазменные технологии;
- Д) СВЧ-технологии.

12.31. Необходимо соотнести методы обработки и их составляющие виды.

1 Термический метод	А) плазменные технологии
	Б) захоронение отходов
	В) дренаж
	Г) противofiltrационная завеса (ПФЗ)
	Д) непосредственное сжигание, или огневая переработка
2 Инженерный метод	Е) цементация
	Ж) глинизация
	З) СВЧ-технологии
	И) силикатизация
	К) замораживание
	Л) пиролиз

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л

12.32. Необходимо определить, что относится к сути метода «плазменные технологии»?

- А) нагрев загрязненных материалов с помощью сверхвысокочастотного электромагнитного излучения;
- Б) нагрев загрязненных материалов в плазме;
- В) высокотемпературное окисление в присутствии избыточного количества кислорода.

12.33. Во что преобразуются загрязненные материалы в результате термической обработки ?

- А) зольный остаток;
- Б) биоразложение с образованием компоста;
- Г) отходящие дымовые газы.

12.34. Вставьте недостающие данные в фразу, выбрав правильный ответ: *Для всех термических методов преимущество – почти полное уничтожение опасных органических веществ и значительное сокращение объема (в ... раз) и массы (в ... раз) опасных отходов в результате переработки при общем существенном понижении класса их опасности.*

- А) объем (3 – 9 раз) и масса (2 – 6 раз);
- Б) объем (5 – 15 раз) и масса (3 – 5 раз);
- В) объем (7 – 14 раз) и масса (2 – 8 раз).

Заключение

Интенсивное развитие техносферы в настоящее время ставит перед человечеством проблему ликвидации накопленного вреда окружающей среде, значительная часть которого обусловлена эксплуатацией объектов размещения отходов производства и потребления.

Эффективная и экологически безопасная ликвидация НВОС от объектов размещения отходов требует от специалистов по техносферной безопасности и экологов понимания механизмов формирования, знания методов оценки и глубокой проработки стратегических и тактических организационно-технических решений.

Сложность и многообразие задач ликвидации НВОС требует привлечения системного подхода и разнообразных методов оценки состояния компонентов природной среды. При этом используется совокупность частных и общих методов географических, геохимических, экологических исследований, дополненных расчетными математическими методами. Большое значение имеет мониторинг соответствия параметров окружающей среды после ликвидации НВОС нормативным требованиям.

Учебное пособие «Методы оценки накопленного вреда окружающей среде» содержит учебно-методическое обеспечение подготовки выпускников высших учебных заведений к практической работе по разработке и реализации проектов ликвидации накопленного экологического вреда.

Освоение теоретического материала пособия и выполнение практических заданий способствует приобретению учащимися знаний, умений и навыков, содержащихся в компетенциях Федеральных государственных образовательных стандартов направлений «Техносферная безопасность», «Экология и природопользование».

Библиографический список

1. Абрамов Н.Ф. Рекомендации по сбору, очистке и отведению сточных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов. утв. Государственным комитетом Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу / Н.Ф. Абрамов, Я.И. Вайсман, Л. Рудакова и др. // Федеральное государственное унитарное предприятие (ФГУП) Федеральный центр благоустройства и обращения с отходами. М., 2003. – 49 с.
2. Абрамов Н.Ф. Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов / Н.Ф. Абрамов, Э.С. Санников, Н.В. Русаков и др. // Научно-производственное предприятие (НПП) "ЭКОПРОМ"; Академия коммунального хозяйства (АКХ) им. К.Д. Памфилова; НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина; Научно-исследовательский институт (НИИ) АТМОСФЕРА; НПП "ЛОГУС". - М., 2004. – 21 с.
3. Адамов Э.В. Большая российская энциклопедия – Режим доступа: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/1846505 (Дата обращения 20.09.2022 г.).
4. Антипова А.В. География России. Эколого-географический анализ территории / А.В. Антипова // М.: МНЭПУ, 2001. – с. 65 – 78.
5. Арманд А.Д. Рукотворные катастрофы / А.Д. Арманд // Изв. РАН. Сер. геогр. 1993. № 5. С. 32 – 39.
6. Ашихмина Т.В. Геоэкологический анализ состояния окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук / Т.В. Ашихмина // Москва, 2014. – 23 с.
7. Ашихмина, Т. В. Вопросы геоэкологической безопасности полигонов твердых коммунальных отходов на территории Воронежской области / Т.В. Ашихмина, А.И. Филатова // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" : Материалы Международных научных конференций, Санкт-Петербург, 27-31 августа 2019 года. – Санкт-Петербург: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2019. – С. 107 – 110.
8. Ашихмина Т.В. Анализ негативных экологических последствий эксплуатации полигона твердых коммунальных отходов г. Воронежа на разных этапах его жизненного цикла / Т.В. Ашихмина, Н.В. Каверина, П.С. Куприенко // Региональные геосистемы. – Том 44. – 2020. – № 3. – С. 343-358.
9. Ашихмина Т.В. Актуальные нормативно-правовые и организационные аспекты разработки проектов ликвидации накопленного экологического вреда на объектах (территориях) размещения отходов. Части I, II. Методологическое и технологическое обеспечение процессов ликвидации накопленного вреда окружающей среде от размещения отходов

производства и потребления : методические рекомендации / Т.В. Ашихмина, Н.В. Каверина // Воронеж : Цифровая полиграфия, 2022. – 80 с.

10. Баранов Э.К. Метод полей естественных геохимических ассоциаций при составлении полиэлементных геохимических карт / Э.К. Баранов, А.А. Головин // Геохимические карты и их использование при поисках рудных месторождений: Тез. докл. – Хабаровск, 1979. – Ч.1. – С. 65 – 66.

11. Беляева Е.Л. Методика комплексной оценки состояния окружающей среды города / Е.Л. Беляева // Проектирование и инженерные изыскания. – 1989. – № 5. – С. 27 – 28.

12. Буренков Э.К. Многоцелевое геохимическое картирование – основа оценки загрязнения окружающей среды и экологического мониторинга / Э.К. Буренков и др. // Разведка и охрана недр. – 1998. – № 6. – С. 51 – 57.

13. Вайсман Я.И. Управление метаногенезом на полигонах твердых бытовых отходов / Вайсман Я.И., Вайсман О.Я., Максимова С.В. // Из-во Перм. гос.техн.ун-та. Пермь. – 2003. – 228 с.

14. Верховская Л.А. Математическое моделирование геохимического поля в поисковых целях / Л.А. Верховская, Е.П. Сорокина // М. : Недра, 1981.

15. Временные рекомендации по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твердых бытовых отходов и размера предъявляемого иска за загрязнение атмосферного воздуха, утв. Министерством экологии и природных ресурсов Российской Федерации 2 ноября 1992 года – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=15444>

16. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М. : Недра, 1990. – 335 с.

17. Геохимия ландшафтов и география почв / под ред. Н.С. Касимова и М.И. Герасимовой. – Смоленск : Ойкумена, 2002. – 456 с.

18. Геохимия : методические указания по выполнению лабораторных работ / Сост. : А.Г. Марченко, В.В. Смоленский. СПб., 2006. – 56 с.

19. Геохимическое картографирование территории России : состояние и сравнительный анализ с зарубежными странами / А.А. Головин, Л.А. Криночкин, Т.В. Чепкасова и др. // Разведка и охрана недр. – 2007. – № 2 – 3. – С. 46 – 52.

20. Гинзбург Л.Н. ГЕОСКАН – программное обеспечение прогнозно-поисковых работ / Л.Н. Гинзбург, В.А. Евсеев, М.Б. Лурье и др. // Разведка и охрана недр. – 2002. – № 5. – С. 11 – 17.

21. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов / М.А. Глазовская – Смоленск : Ойкумена, 2002. – 288 с.

22. Голева Р.В. Формы нахождения токсичных веществ в твердофазных объектах окружающей среды и методы их выявления / Р.В. Голева, В.Т. Дубинчук, В.В. Коровушкин и др. – М. : Геоинформмарк, 1994. Вып. 3. – С. 52 – 59.

23. Голева Р.В. Оценка загрязнения воздушной среды по составу пылевых частиц на коре и ветвях древесной растительности / Р.В. Голева, Г.С. Уланова – М. : Геоинформмарк, 1995. Вып. 2. – С. 32 – 37.

24. Голева Р.В. Минералого-геохимические исследования форм нахождения токсичных веществ в природных и техногенных аномалиях для оценки их экологической опасности: Методические рекомендации № 117 НСОММИ / Р.В. Голева, И.И. Куприянова, Г.А. Сидоренко и др. – М. : ВИМС, 1997. – 41 с.

25. Головин А.А. Современные подходы к методике эколого-геохимических исследований урбанизированных территорий/ А.А. Головин, С.Б. Самаев, Л.С. Соколов // Разведка и охрана недр. – 2004. – № 3. – С. 67 – 73.

26. Горбатюк О.В., Минько О.И., Лифшиц А.Б. Ферментеры геологического масштаба // Природа. – 1989. – № 9. – С. 71-79.

27. ГОСТ 27593-88 Почвы. Термины и определения. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200007341> (Дата обращения 23.01.2022)

28. ГОСТ 30772-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200028831> (Дата обращения 23.01.2022)

29. ГОСТ Р 54003-2010 Экологический менеджмент Оценка прошлого накопленного в местах дислокации организаций экологического ущерба. Общие положения. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200082700> (Дата обращения 23.01.2022)

30. ГОСТ Р 56059-2014 Производственный экологический мониторинг Общие положения. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200111617> (Дата обращения 03.04.2022)

31. ГОСТ Р 56828.40-2018 Наилучшие доступные технологии Размещение отходов. Термины и определения. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200159492> (Дата обращения 03.04.2022)

32. Гуман О.М. Гидрогеохимическая модель полигона ТБО / О.М. Гуман, Н.А. Долинина. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/gidrogeohimicheskaya-model-poligona-tbo/viewer>

33. Дворкин Л.Б. К теории конвективной диффузии солей в пористых средах. Конвективная диффузия солей в пористых средах с учетом влияния «тупиковых» пор / Л.Б. Дворкин // Журнал физической химии. – 1968. – Т. 42, № 4. – С. 948 – 956.

34. Дементьев С.Ю. Трансформация процессов преобразования твердых бытовых отходов / С.Ю. Дементьев // Известия вузов. – Геология и разведка. – 2000. № 1. – С. 135 – 142.

35. Жигулина, Е. В. Оптимизация ландшафтов бассейнов малых рек Воронежской области / Е.В. Жигулина, В.Б. Михно // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2015. – № 2. – С. 38 – 45

36. Жуков В.Т. Компьютерное геоэкологическое картографирование / В.Т. Жуков, Б.А. Новаковский, А.Н. Чумаченко М. : Научный мир, 1999. – С.14 – 22, 67 – 72, 74 – 80.

37. Игнатьева И.А. Правовое обеспечение ликвидации накопленного вреда окружающей среде / И.А. Игнатьева // Российский юридический журнал. – 2017. – № 2. – С. 164-177.

38. Информационная база государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде по состоянию на 22.07.2019 / Сайт ФГБУ ВНИИ «Экология». – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.vniiecolology.ru/index.php/upravlenie-otkhodami/gosudarstvennyj-reestr-obektov-nakoplennogo-vreda-okruzhayushchej-srede>

39. Кочуров Б.И. Геоэкологическое картографирование, под ред. Б.И. Кочурова : учеб. пособие / Б.И. Кочуров, Д.Ю. Шишкина, А.В. Антипова и др. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 192 с.

40. Критерии категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке, утв. приказом Минприроды России от 4 августа 2017 года № 435. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456089663> (Дата обращения 03.04.2022)

41. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия, утвержденные Министерством природных ресурсов РФ 30 ноября 1992 г. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901797511> (Дата обращения 03.04.2022)

42. Кропачев А.М. Геохимические процессы в городских свалках твердых бытовых отходов. Экология города : Материалы НТК / А.М. Кропачев Пермь, 1998. С. 85 – 86.

43. Куприенко П.С. Оценка антропогенной нагрузки на окружающую природную среду Воронежской области / П.С. Куприенко, Т.В. Овчинникова, Т.В. Ашихмина // Сборники конференций НИЦ Социосфера. – 2017. – № 11. – С. 110 – 116.

44. Лаврик В.И. Решение краевой задачи конвективной диффузии водорастворимых веществ с изменяющимся во времени граничным условием / В.И. Лаврик // Дифференциальные уравнения с частными производными в прикладных задачах. – Киев : Ин-т математики АН УССР, 1982. – С. 68 – 69.

45. Лобачева Л.В. Моделирование процессов миграции загрязнений от свалки твердых бытовых отходов / Л.В. Лобачева, Е.В. Борисова // Компьютерные исследования и моделирование. – 2020. – Т. 12. – № 2. – С. 369 – 385.

46. Макаренко С.А., Покидышева Ю.В. Применение методов картографирования в создании тематических карт (на примере Воронежской области) – Режим доступа: <https://www.kadastr.org/conf/2012/pub/infoteh/prim-metod-kartograf.htm> (Дата обращения 21.09.2022 г.).

47. Макаров В.З. Эколого-географическое картографирование городов / В.З. Макаров, Б.А. Новаковский, А.Н. Чумаченко. – М. : Научный мир, 2002. – 196 с.

48. Математическое моделирование процессов распространения загрязняющего вещества в почвогрунтах и атмосфере при его аварийном разливе / Ю.Н. Матвеев, Б.И. Масленников, К.А. Карельская и др. // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8. – № 5(36). – С. 83.

49. Медико-экологический атлас города Воронежа / С.А. Куролап, Т.И. Прожорина, М.А. Клевцова [Электронный ресурс] // Русское географическое общество, Воронежский государственный университет, Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2019. – 100 с.

50. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 8 июля 2010 года № 238 (с изменениями на 18 ноября 2021 года). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902227668> (Дата обращения 03.04.2022)

51. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства, утвержденная приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 года № 87 (с изменениями на 26 августа 2015 года). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902159034> (Дата обращения 03.04.2022)

52. Методика исчисления размера ущерба от загрязнения подземных вод, утвержденная приказом Государственного комитета РФ по охране окружающей среды от 11 февраля 1998 года № 81. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901742368> (Дата обращения 03.04.2022)

53. Методика исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды, утв. Приказом Минприроды России Министерства природных ресурсов и экологии РФ) от 28 января 2021 г. № 59. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573536168> (Дата обращения 03.04.2022)

54. Методика определения морфологического состава отходов производства и потребления гравиметрическим ПНД Ф 16.3.55-08. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293764/4293764562.pdf> (Дата обращения 03.04.2022)

55. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, утв. председателем Комитета РФ по земельным ресурсам и землеустройству Н.В. Комовым 28 декабря 1994 года, Министром сельского хозяйства и продовольствия РФ А.Г. Назарчуком 26 января 1995 года, Министром охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ В.И. Даниловым-Данильян 15 февраля 1995 года. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902101153> (Дата обращения 1.04.2022).

56. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод / В.М. Гольдберг, С.Г. Мелькановицкая, В.М. Лукьянчиков. – М. : ВСЕГИНГЕО, 1988.

57. Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод на мелких групповых водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах, утв. Первым заместителем Министра природных ресурсов Российской Федерации В.А. Паком 25 июля 2000 года. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902369266> (Дата обращения 1.04.2022)

58. Методические рекомендации по определению химического состава подземных и поверхностных вод при инженерно-геологических изысканиях. – М.: ДАР\ВОДГЕО, 2003. – 46 с.

59. Методические указания по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, утв. приказом Минприроды России от 7 декабря 2020 года № 1021. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573219716> (Дата обращения 1.04.2022)

60. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, утв. приказом Минприроды России от 6 июня 2017 года № 273. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456074826> (Дата обращения 1.04.2022)

61. Мотузова Г.В. Почвенно-химический экологический мониторинг / Г.В. Мотузова – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 85 с.

62. Мошинский А.И. Тепломассоперенос в пористом материале при учете релаксации потока массы / А.И. Мошинский // Математическое моделирование. – 2015. – Т. 27, № 4. – С. 97-114.

63. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации https://www.mnr.gov.ru/docs/open_ministry/docs/svedeniya_soderzhashchiesya_v_gosudarstvennom_reestre_obektov_nakoplenno_go_vreda_okruzhayushchey_sre2/?sphrase_id=417815

64. Оценка и геоинформационное картографирование медико-экологической ситуации на территории города Воронежа: сборник научных статей / Под общей редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия». – 2019. – 219 с.

65. Пинаев В.Е., Чернышев Д.А. Ликвидация накопленного экологического ущерба - организационные и правовые аспекты : Монография / В.Е. Пинаев, Д.А. Чернышев– М.: Мир науки, 2017. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://izd-mn.com/PDF/07MNNPM17.pdf>

66. Письмо Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16 марта 2017 года № АС-03-04-36/5287 «Об актуализации учетных сведений объектов НВОС». – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456051191> (Дата обращения 3.04.2022)

67. Постановление Коллегии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 апреля 2008 г. № ПК-2 «Совершенствование деятельности по обеспечению экологической безопасности, предотвращению негативного воздействия предприятий на окружающую среду и ликвидации экологического ущерба, связанного с прошлой хозяйственной деятельностью». – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2065191/> (Дата обращения 3.04.2022)

68. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 (ред. от 22.05.2020) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства

Российской Федерации» (с изменениями на 30 ноября 2021 года). – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=353683&fld=134&dst=315,0&rnd=0.0345871913524296#06492931758622935> (Дата обращения 3.04.2022)

69. Постановление Правительства РФ от 29 декабря 2018 года № 1730 Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства (с изменениями на 18 декабря 2020 года). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/552051494?marker=6520IM> (Дата обращения 3.04.2022)

70. Правила ведения государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде, утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 13 апреля 2017 года № 445 (с изменениями на 25 декабря 2019 года). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420396355> (Дата обращения 3.04.2022)

71. Правила организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 4 мая 2018 года № 542 (с изменениями на 25 декабря 2019 года). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/557301410> (Дата обращения 3.04.2022)

72. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 августа 2017 года № 435 «Об утверждении критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке». – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456089663> (Дата обращения 3.04.2022)

73. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ № 552 от 13 декабря 2016 года Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 10 марта 2020 года). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (Дата обращения 3.04.2022)

74. Приказ Минприроды России от 8 декабря 2011 г. № 948 "Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам" (с изменениями и дополнениями). – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70132926/> (Дата обращения 3.04.2022)

75. Прогнозирование изменений гидролого-гидрогеологической обстановки в районе водозаборов на примере водоснабжения г. Воронежа / В.М. Смольянинов, Т.В. Овчинникова, Т.В. Ашихмина, П.С. Куприенко // Вода и экология: проблемы и решения. – 2019. – № 2(78). – С. 50 – 58. – DOI 10.23968/2305-3488.2019.24.2.50-58.

76. Путилина В.С. Миграция загрязняющих органических соединений в подземные воды / В.С. Путилина // Геоэкология. – 2003. – № 4. – С. 309-317.

77. Разработка способа глубокой очистки биогазов полигонов твердых коммунальных отходов и получение экологически чистого энергоносителя. Государственный контракт № 02.515.11.5025 от 26.04.2007. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Режим доступа: http://incot.ru/www/docs/exh_acc/08_rp/05_s5/10_15.pdf

78. Расчет распространения загрязняющих веществ в водотоке с учетом их разложения и разбавления / В.Н. Иванов, В.Е. Клыков, В.И. Косов, и др. // Инженерная гидрология и охрана водных ресурсов. – Тверь: ТГТУ, 1994. – С. 119 – 124.

79. Региональные проблемы экологии, географии и картографии почв / Сост. М.А. Глазовская и др. – Москва; Смоленск : Изд-во СГУ, 1998. – 224 с.

80. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (Дата обращения 3.04.2022)

81. Слейд Д.Х. Метеорология и атомная энергия / Д.Х. Слейд; Перевод Н.Л. Бызовой, К.П. Махонько. М. : Иностранная литература, 1971. – 647 с.

82. Соловьянов А.А. Утилизация отходов в свете требований Киотского протокола / А.А. Соловьянов // Твердые бытовые отходы. – 2008. – № 4. – С. 14 – 21.

83. Соловьянов А.А. Биомасса и органические отходы: энергетические и экологические проблемы / А.А. Соловьянов // Охрана окружающей среды и природопользование. – 2008. – № 2. – С. 24-31.

84. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года, утв. Распоряжением Правительства РФ от 25 января 2018 года № 84-р. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556353696?marker=6540IN> (Дата обращения 3.04.2022)

85. Стурман В.И. Экологическое картографирование : учебное пособие / В.И. Стурман. – М. : Аспект Пресс, 2003. – 251 с.

86. Толковый словарь по охране природы / под ред. В.В. Снакина. – М.: Экология, 1995. – 191 с.

87. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 30.12.2021) "Об охране окружающей среды" (с изменениями на 26 марта 2022 года). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (Дата обращения 3.04.2022)

88. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" (с изменениями на 2 июля 2021 года) (редакция, действующая с 1 января 2022 года). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901729631> (Дата обращения 3.04.2022)

89. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации от 21.12.2016 г. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420387540> (Дата обращения 3.04.2022)

90. Хужаеров Б.Х. Макроскопическое моделирование релаксационного переноса вещества в пористой среде / Б.Х. Хужаеров // Известия РАН, серия Механика жидкости и газа. – 2004. – № 5. – С. 21-30.
91. Чураев Н.В. Физикохимия процессов массопереноса в пористых телах / Н.В. Чураев – М. : Химия, 1990. – 272 с.
92. Шульгин Д.Ф. Гидрохимические параметры математических моделей переноса питательных веществ в торфяных и дерново-подзолистых почвах / Д.Ф. Шульгин, В.Н. Иванов, В.Е. Клыков // Почвоведение. – 1987. № 3. – С. 27 – 34.
93. Хубларян В.Г. Водные потоки в различных средах / В.Г. Хубларян – М. : Геос, 2009. – 468 с.
94. Экологический атлас Санкт-Петербурга. – СПб: Мониторинг. – 1992. – 10 л. карт.
95. Язиков Е.Г. Геоэкологический мониторинг : учебное пособие для вузов / Е.Г. Язиков, А.Ю. Шатилов – Томск. – 2003. – 336 с.
96. Ashikhmina T.V. A systematic approach to modeling complex processes of interaction between waste disposal facilities and the environment in the ecological safety of antropogenic geoeological systems managmen // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2021. –Том 7 (73). – № 2. – С. 291-306.
97. Lindstrom F.T., Boersma L., Stokard D. A theory oh the mass transport of previously distributed chemicals in a water saturated sorbing porous medium: isothermal cases // Soil Science. – 1971. – Vol. 112, No. 5. – P. 291-300.
98. Pasey J. Landfill gas production – past and future, a case history // ISWA – International sanitary landfill symposium. 1987. – P.XI-1 – P. XI-19

Приложения

Состав сведений и материалов по выявлению и оценке объектов НВОС при рассмотрении заявки на включение их в ГРОНВОС [38]

№ п/п	Сведения об объекте НВОС согласно требованиям закона «об охране окружающей среды»	Сведения об объекте НВОС, которые должны быть в заявке
1	Вид объекта НВОС	Территория
		Акватория
		Объект капитального строительства
		Объект размещения отходов
2	Место нахождения	Фактическое место нахождения объекта НВОС, кадастровый номер (при наличии) земельного участка, координаты расположения объекта
3	Объем или масса загрязняющих веществ (ЗВ), отходов и их классов опасности	Масса, объем; тонны, м ³
		Класс опасности
4	Площадь территории и (или) акватории, на которой расположен объект НВОС, м ²	Площадь территории и (или) акватории, м ²
5	Сведения о категории земель и виде разрешенного использования земельного участка, где располагается объект НВОС (при установлении)	Земли сельскохозяйственного назначения
		Земли населенных пунктов
		Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения
		Земли особо охраняемых территорий и объектов
		Земли лесного фонда
		Земли водного фонда
		Земли запаса
6	Уровень и объем негативного воздействия на окружающую среду (по компонентам природной среды), включая способность загрязняющих веществ к миграции в иные компоненты природной среды, возможность загрязнения водных объектов, в том числе	Недра
		Почвы (превышения концентраций ЗВ** относительно ПДК, ОДК)
		Поверхностные воды (превышения концентраций загрязняющих веществ относительно ПДК, ОДУ, ОДК)
		Подземные воды (превышения концентраций ЗВ относительно ПДК, ОДУ, ОДК)

№ п/п	Сведения об объекте НВОС согласно требованиям закона «об охране окружающей среды»	Сведения об объекте НВОС, которые должны быть в заявке
	являющихся источниками питьевого и хозяйственно- бытового водоснабжения, возможность возникновения экологических рисков	<div>Атмосферный воздух (превышения концентраций ЗВ относительно ПДК, ОБУВ, ОДК)</div> <div>Растительный мир (степень деградации растительных организмов)</div> <div>Животный мир и иные организмы (степень угнетения животных организмов)</div> <div>Степень миграции ЗВ в компоненты окружающей среды с указанием процессов (течение жидкостей, диффузия, дисперсия, осаждение и др.)</div> <div>Вероятность возникновения экологических рисков (с указанием факторов)</div> <div>Сведения о наличии или об отсутствии в границах земельного участка охранных зон мест забора хозяйственно-питьевых вод</div> <div>Иные сведения</div>
7	Сведения о наличии на объектах НВОС опасных веществ, указанных в международных договорах, стороной которых является Российская Федерация	<div>Наименование опасного вещества</div> <div>Класс опасности</div> <div>Масса, объем; тонны, м³</div> <div>Реквизиты международного договора</div> <div>Иные сведения</div>
8	Сведения о количестве населе- ния, проживающего на террито- рии, окружающая среда на кото- рой испытывает негативное воз- действие вследствие расположе- ния объекта НВОС	
9	Сведения о количестве населения, проживающего на территории, окружающая среда на которой находится под угрозой негативного воздействия вследствие расположения объекта НВОС	
10	Сведения о прекращение эксплуатации объекта НВОС / ведения на нем экономической и иной деятельности	

Таксы (ТХ) для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды при загрязнении, порче (частичном разрушении) и уничтожении (полном разрушении) почв (с изменениями на 18 ноября 2021 года)

Приуроченность участка распространения почв, которым причинен вред, к лесорастительным зонам и земельным участкам, расположенным севернее зоны притундровых лесов и редкостойной тайги	Таксы (руб./м ²)
Земельные участки, расположенные севернее зоны притундровых лесов и редкостойной тайги	1000
Зона притундровых лесов и редкостойной тайги	900
Таежная зона	500
Зона хвойно-широколиственных лесов	400
Лесостепная зона	500
Степная зона	600
Зона полупустынь и пустынь	550
Зона горного Северного Кавказа и горного Крыма	700
Южно-Сибирская горная зона	700

ТАКСЫ (ТОТХ) для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды в результате порчи почв при их захламлении (с изменениями на 18 ноября 2021 года)

Класс опасности i-го вида отхода	I	II	III	IV	V
Такса (руб./тонна)	94000,0	81000,0	54000,0	13000,0	10000,0

Мощность почвы в зависимости от приуроченности земельного участка к лесорастительным зонам и земельным участкам, расположенным севернее зоны притундровых лесов и редкостойной тайги

Приуроченность земельного участка к лесорастительным зонам и земельным участкам, расположенным севернее зоны притундровых лесов и редкостойной тайги	Мощность, см
Земельные участки, расположенные севернее зоны притундровых лесов и редкостойной тайги	150
Зона притундровых лесов и редкостойной тайги	150
Таежная зона	200
Зона хвойно-широколиственных лесов	150
Лесостепная зона	200
Степная зона	250
Зона полупустынь и пустынь	170

Приуроченность земельного участка к лесорастительным зонам и земельным участкам, расположенным севернее зоны притундровых лесов и редкостойной тайги	Мощность, см
Зона горного Северного Кавказа и горного Крыма	150
Южно-Сибирская горная зона	200

Примечание: если вред почвам причинен на земельных участках, приуроченных к разным лесорастительным зонам и земельным участкам, расположенным севернее зоны притундровых лесов и редкостойной тайги, находящихся в пределах одной территории, на которой обнаружен вред почвам, то мощность почвы применяется с максимальным значением.

Перечень лесорастительных зон Российской Федерации, утвержденный приказом Минприроды России от 18 августа 2014 г. № 367 (зарегистрирован в Минюсте России 29 сентября 2014 г., регистрационный № 34186) с изменениями, внесенными приказами Минприроды России от 23 декабря 2014 г. № 569 «О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014, № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (зарегистрирован в Минюсте России 2 февраля 2015 г., регистрационный № 35818) от 21 марта 2016 г. № 83 «О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 № 367, «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (зарегистрирован в Минюсте России 27 мая 2016 г., регистрационный № 42320).

Приложение 5

Ответы на тестовые вопросы и задания

Ответы на тестовые задания раздела 1. Понятия и определения в сфере геохимических исследований накопленного вреда окружающей среде (НВОС).

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Правильный ответ	А	Б	В	Г	В	1-В 2-А 3-Д 4-Б 5-Г	В	Б	А	Б	А	В	1-В 2-А 3-Б	АБ

№ вопроса	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Правильный ответ	А	Б	В	Б	Верно	Б	1-В 2-А 3-Б	1-Б 2-А 3-В	А-3 Б-1 В-4 Г-2	В	А	человеком, социальных, природных	неверно

№ вопроса	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Правильный ответ	Б	В	В	В	Б	А	Б	Г	1-В 2-А 3-Б	Б	А-3 Б-1 В-2 Г-4	А	1-В 2-А 3-Г 4-Б	А	1-Д 2-В 3-Г 4-Б 5-А

№ вопроса	43	44													
Правильный ответ	Б	А													

Ответы на тестовые задания раздела 2. Объекты НВОС (идентификация, инвентаризация (критерии отнесения, реестр), категорирование)

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Правильный ответ	В	Б	Г	А	А	А,Б, Г,Д	А	В	Г	Б	В	А	Б	Г

№ вопроса	15	16	17	18	19	20
Правильный ответ	Г	Г	В	Е	А	В

Ответы на тестовые задания раздела 6. Методы и технологии ликвидации накопленного экологического вреда от объектов размещения отходов, эколого-химический мониторинг загрязненных территорий

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Правильный ответ	В	Г	Г	А	Б	опасна полигонах	А	Г	А,Б, Г,Д	вер но	вер но	Г	Б	А

№ вопроса	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Правильный ответ	В	Б,Г,В,А	В	Б	А	А,В	А,В,Г	В	В	Г	А	неверно	Б

№ вопроса	28	29	30	31	32	33	34
Правильный ответ	верно	1-Б 2-В 3-А	А,Г,Д	А-1 Б-2 В-2 Г-2 Д-1 Е-2 Ж-2 З-1 И-2 К-2 Л-1	Б	А,Г	Б

Учебное издание

**Ашихмина Татьяна Валентиновна
Каверина Наталия Викторовна**

**МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА НАКОПЛЕННОГО
ВРЕДА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

Учебное пособие

Подписано в печать 15.11.2022 г
Формат 60х84/16. Усл. печ. л. 10,75
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Тираж 250 экз. Заказ № 0000.

Издательство ООО «Цифровая полиграфия»
394018, г. Воронеж, ул. Куколкина, д. 6.
Тел.: (473)261-03-61, e-mail: zakaz@print36.ru
<http://www.print36.ru>

Отпечатано в ООО «Цифровая полиграфия»
394018, г. Воронеж, ул. Куколкина, д. 6.