

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«БОЛЬШОЙ ПРАКТИКУМ ПО ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ»
для студентов направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
Направленность (профиль) Экология и экологическая безопасность

Ставрополь, 2026

Пояснительная записка

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с практическими занятиями, темы и виды самостоятельной работы.

Целью преподавания дисциплины «Большой практикум по оценке воздействия на окружающую среду» является формирование основ знаний по оценке воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, изучение порядка и процедуры оценки воздействия на окружающую среду в РФ в соответствии с действующим законодательством, а также воздействия различных видов хозяйственной деятельности на окружающую среду.

В задачи учебной дисциплины входит:

- научно-исследовательской и производственно-технологической работе в области охраны окружающей среды и получения новых методов оценки, анализа и исследования параметров окружающей среды,
- модернизации существующих и разработке новых методов моделирования прогнозирования и оценки воздействия на окружающую среду,
- решению научно-исследовательских и прикладных задач, возникающих при проектировании оценки на окружающую среду,
- поиску и анализу профильной научно-технической информации, необходимой для решения конкретных инженерных задач.
- закрепление теоретических положений дисциплины на лабораторных занятиях.

Тема 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Лабораторная работа № 1 ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОВОС И ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Цель – закрепление теоретических знаний по теме правовые и нормативно-методические основы проведения ОВОС и государственной экологической экспертизы в Российской Федерации

Теоретическая часть

Правовые и нормативно-методические документы ОВОС и ГЭЭ в РФ

В российском законодательстве центральное место среди источников экологического права, обладая высшей юридической силой по отношению ко всем иным законодательным актам, занимает Конституция РФ. Важную роль играет конституционная норма статьи 42 о праве каждого человека на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Основы регулирования отношений в сфере охраны окружающей среды определяют статьи 9, 17, 36, 58, 67, 72 Конституции РФ.

10 января 2002 года вступил в силу Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ, являющийся основой российского экологического законодательства. Помимо федеральных законов действует ряд указов президента РФ и постановлений правительства, конкретизирующих их. На основе Конституции РФ и федеральных законов представительные и исполнительные органы власти и управления субъектов федерации, а также органы местного самоуправления разрабатывают проекты и принимают на своем уровне соответствующие законы, другие правовые акты и административные нормативно-правовые документы соответствующего уровня.

ФЗ РФ «Об охране окружающей среды» содержит специальную главу VI «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза» и

главу VII «Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной или иной деятельности». Статья 32 данного закона посвящена определению целей и задач оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), статья 33 – целям и задачам проведения экологической экспертизы (ЭЭ).

Статья 32. Проведение оценки воздействия на окружающую среду.

1. Оценка воздействия на окружающую среду проводится в отношении планируемой хозяйственной и иной деятельности, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду, независимо от организационно-правовых форм собственности субъектов хозяйственной и иной деятельности.

2. Оценка воздействия на окружающую среду проводится при разработке всех альтернативных вариантов предпроектной, в том числе прединвестиционной, и проектной документации, обосновывающей планируемую хозяйственную или иную деятельность, с участием общественных объединений (данный пункт утратил силу с 1 января 2007 г. – Федеральный закон от 18.12.2006 г. № 232-ФЗ).

3. Требования к материалам оценки воздействия на окружающую среду устанавливаются федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

Статья 33. Экологическая экспертиза.

1. Экологическая экспертиза проводится в целях установления соответствия документов и (или) документации, обосновывающих планируемую хозяйственную и иную деятельность, требованиям в области охраны окружающей среды (в редакции Федерального закона от 18.12.2006 г. № 232-ФЗ).

2. Порядок проведения экологической экспертизы устанавливается федеральным законом об экологической экспертизе.

Помимо указанных глав и статей, напрямую посвященных экологической экспертизе и оценке воздействия на окружающую среду, в данном законе глава IV «Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды» и глава V «Нормирование в области охраны окружающей среды»

также имеют большое значение для проведения экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду.

Федеральный закон от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» подробно регулирует отношения в области экологической экспертизы. В этом законе, в главе I

«Общие положения» впервые дается определение экологической экспертизы, более подробно раскрываются принципы и указываются виды экологической экспертизы.

Глава II «Полномочия президента Российской Федерации, органов государственной власти и органов местного самоуправления» закрепляет полномочия органов государственной власти и местного самоуправления, в том числе президента, Федерального собрания и правительства РФ (статья 5), вопросы ведения субъектов РФ (статья 6) и полномочия органов местного самоуправления в области экологической экспертизы (статья 9). Кроме того, впервые вводится понятие «специальные уполномоченные государственные органы в области экологической экспертизы», распределены их полномочия, права и обязанности между федеральным (статья 7) и территориальным (статья 8) уровнями. Однако в настоящее время статьи 7 и 8 утратили юридическую силу.

Глава III «Государственная экологическая экспертиза» полностью посвящена государственной экологической экспертизе (ГЭЭ), конкретизирует объекты ГЭЭ федерального уровня (статья 11) и уровня субъектов Федерации (статья 12), дает юридическое определение понятия «специально уполномоченные органы в области экологической экспертизы» (статья 13; в настоящее время утратила юридическую силу), закрепляет общий порядок проведения ГЭЭ (статья 14), определяет статус и обязанности экспертной комиссии (статья 15), ее эксперта (статья 16) и председателя (статья 17), а также фиксирует различия в юридической силе заключений экспертной комиссии и государственной экологической экспертизы (статья 18).

В главе IV «Права граждан и общественных организаций (объединений) в области экологической экспертизы, общественная экологическая экспертиза» регламентируется проведение общественной экологической экспертизы (ОЭЭ) (статья 20), определяя ее объекты (статья 21), порядок (статья 22) и условия

проведения (статья 23), правила ОЭЭ (статья 24), статус ее заключения (статья 25), права граждан и общественных организаций в этой области (статья 19).

В главе V «Права и обязанности заказчиков документации, подлежащей экологической экспертизе» закреплены права (статья 26) и обязанности (статья 27) заказчиков документации, подлежащей ЭЭ.

Главой VI «Финансирование экологической экспертизы» определен порядок финансирования государственной экологической экспертизы (статья 28) и общественной экологической экспертизы (статья 29).

Глава VII «Ответственность за нарушение законодательства Российской Федерации об экологической экспертизе» закрепляет соответствующие виды нарушений (статья 30) и виды ответственности за нарушения законодательства РФ об экологической экспертизе: уголовную (статья 31), административную (статья 32), материальную (статья 33) и гражданско-правовую (статья 34).

Глава VIII «Разрешение споров в области экологической экспертизы» имела только одну статью 35, которая в настоящее время утратила юридическую силу.

В главе IX «Международные договоры Российской Федерации» определен принцип верховенства международного законодательства в области экологической экспертизы над национальным российским (статья 36).

Глава X «Заключительные положения» регламентирует вступление в силу данного федерального закона (статья 37).

Важно отметить, что с точки зрения некоторых исследователей, закон имеет существенный недостаток, так как в нем не отрегулированы отношения по оценке воздействия на окружающую среду. Отношения по оценке воздействия на окружающую среду родственны

отношениям по проведению экологической экспертизы, поэтому в законе «Об экологической экспертизе» следовало бы предусмотреть раздел об оценке воздействия на окружающую среду.

Рассмотренные выше федеральные законы формируют основы законодательства в области экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду, но практически не являясь законами прямого

действия, они требуют наличия конкретизирующих и дополняющих их подзаконных нормативных и правовых актов президента и правительства РФ, ведомств субъектов Федерации и органов местного самоуправления.

К нормативно-правовым подзаконным актам в области экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду относятся следующие:

- указы Президента РФ, регулирующие различные аспекты охраны окружающей среды. Ряд указов связан с определением общих, главных задач сохранения окружающей среды. Например, указ Президента РФ от 4 февраля 1994 г. № 236 «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития», указ Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440 о «Концепции перехода России к устойчивому развитию». В этих документах указывается на «экологически обоснованное размещение производительных сил», на «оценку хозяйственной емкости экосистем и определение допустимого на них антропогенного воздействия» (что подразумевает проведение оценки воздействия на окружающую среду и экологической экспертизы);

- постановления Правительства РФ, например «Об утверждении Положения о порядке проведения государственной экологической экспертизы», «Об утверждении норм оплаты труда членов экспертных советов (комиссий) и внешних экспертов», «Об оплате труда внештатных экспертов государственной экологической экспертизы», «О государственной экспертизе градостроительной и проектно-сметной документации и утверждении проектов строительства»,

- «Об утверждении Положения о государственной экологической экспертизы», «Об утверждении Временного положения о финансировании и кредитовании капитального строительства на территории РФ», «Об органах, осуществляющих государственную экспертизу запасов полезных ископаемых, геологической, экономической и экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр», «О порядке разработки, согласования, государственной экологической экспертизе, утверждения и реализации схем комплексного использования и охраны водных ресурсов» и др.;

- нормативные документы специально уполномоченных

государственных органов в области экологической экспертизы – Министерства природных ресурсов и экологии России и территориальных органов этого министерства – приказы: «Об утверждении Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности», «О комплексной системе оценки и нормирования качества окружающей среды», «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду», «Об утверждении формы заключения государственной экологической экспертизы», «Об утверждении Руководства по проведению оценки воздействия на окружающую среду при разработке обоснований инвестиций в строительство, технико-экономических обоснований и/или проектов строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации или ликвидации хозяйственных и/или иных объектов и комплексов», «Об утверждении Требований к материалам, предъявляемым на государственную экологическую экспертизу для отнесения отдельных участков РФ к зонам чрезвычайной экологической ситуации или экологического бедствия», «Об утверждении Регламента проведения государственной экологической экспертизы» и др.;

- нормативные документы других ведомств по оценке воздействия на окружающую среду и экологической экспертизе: документы строительных ведомств – «Об утверждении Инструкции о порядке разработки, согласования, утверждения и состав обоснования инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений», «Инструкция о порядке проведения государственной экспертизы проектов строительства (реконструкции) зданий и сооружений», «О порядке проведения государственной экспертизы градостроительной документации и проектов строительства в РФ», «Методика оценки воздействия промышленных предприятий на окружающую среду по техногенным факторам» и др.; документы Минздрава России – Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. N 3 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий" и др.; документы Росгидромета – Рекомендации по составлению

сводного тома «Охрана атмосферы и предельно допустимые выбросы» города (населенного пункта) и др.; документы Госатомнадзора России – Положение по организации и проведению экспертизы проектных и других материалов и документации, обосновывающих безопасность ядерно- и радиационно-опасных объектов и производств и др.; документы Госгортехнадзора и иных ведомств – Положение о порядке выдачи специальных разрешений на виды деятельности, связанные с повышенной опасностью промышленных производств (объектов) и работ, а также с обеспечением безопасности при пользовании недрами, Инструкция о порядке переоформления лицензий на пользование недрами.

Образованная в соответствии с требованиями Конституции РФ система законодательных и нормативно – правовых актов в области охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Система экологического законодательства на федеральном и региональном уровнях

Российская Федерация	Субъекты Российской Федерации
Федеральные законы, определяющие правовое регулирование на территории Российской Федерации	Законы субъектов Российской Федерации
Указы Президента РФ, постановления Государственной Думы РФ, Постановления (распоряжения) Правительства РФ	Постановления (распоряжения) органов правительственной и исполнительной власти субъектов РФ
Система государственных стандартов (ГОСТы) и строительных норм и правил (СНиП)	Система региональных стандартов и нормативов, межведомственной и ведомственной нормативно – методической документации органов субъектов РФ
Система отраслевых стандартов	
Система межведомственной и ведомственной нормативно – методической документации (приказы, Положения, инструкции и пр.) федеральных органов исполнительной власти	

Нормативные акты международных организаций и международные договоры

Международные документы представляют собой нормативные акты международных организаций (ЕЭК, ЮНЭП ИКАО, МАГАТЭ, МОТ и др.), а также международные договора (конвенции), ратифицированные или подписанные Россией.

В соответствии с законодательством РФ об экологической экспертизе применяется общепринятая норма – если международным договором РФ установлены иные правила в области экологической экспертизы, чем те, которые предусмотрены российским законодательством, применяются правила международного акта. Техничко-экономические обоснования и проекты, в том числе с участием иностранных граждан или иностранных юридических лиц подлежат обязательной экологической экспертизе наравне с российскими.

Основные международные конвенции и другие акты в области охраны окружающей среды, которые необходимо учитывать при проведении государственной экологической экспертизы:

1. Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц (Рамсаар, Иран, 1971 г.).
2. Договор о запрещении размещения на дне морей и океанов и в его недрах ядерного оружия и других видов оружия массового уничтожения (1971 г.).
3. Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (Лондон, 1972 г.).
4. Стокгольмская декларация по проблемам окружающей человека среды (1972 г.).
5. Соглашение об охране белых медведей (Осло, 1973 г.).
6. Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС) (Вашингтон, 1973 г.).
7. Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря (ХЕЛКОМ) (Хельсинки, 1974 г.).
8. Заключительная декларация Конференции участников Договора о запрещении размещения на дне морей и океанов и в его недрах ядерного оружия и других видов оружия массового уничтожения (1977 г.).
9. Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Женева, 1979 г.).

10. Конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе (Берн, 1979 г.).
11. Конвенция об охране мигрирующих видов диких животных (Бонн, 1979 г.).
12. Декларация о защите права на информацию и участие (Зальцбург, 1980 г.).
13. Всемирная хартия природы (1982 г.).
14. Договор о безъядерной зоне южной части Тихого океана (Договор Раротонга) (1985 г.).
15. Венская конвенция об охране озонового слоя (Вена, 1985 г.).
16. Директива 85/337/ЕЕС от 27 июня 1985 года, касающаяся оценки воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду.
17. Резолюция Совета Европы № 171, разработанная Постоянной конференцией местных и региональных органов Европы по проблемам регионов, окружающей среды и участия (Страсбург, 1986 г.).
18. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 1989 г.).
19. Европейская хартия по окружающей среде и охране здоровья (Франкфурт, 1989 г.).
20. Конференция СБСЕ по окружающей среде (София, 1989 г.).
21. Директива 90/313/ЕЕС от 7 июня 1990 года о свободе доступа к информации по окружающей среде.
22. Международная конвенция по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью, борьбе с ним и сотрудничеству (1990 г.).
23. Конвенция по оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Эспоо, Финляндия, 1991 г.).
24. Стратегия защиты окружающей среды Арктики (Финляндия, 1991 г.).
25. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 1992 г.).
26. Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий (Хельсинки, 1992 г.).
27. Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992 г.).
28. Конвенция о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 1992 г.).

29. Декларация второй Общеευропейской конференции «Окружающая среда для Европы» (Люцерн, 1993 г.).

30. Конвенция Совета Европы о гражданской ответственности за ущерб, причиненный в результате деятельности, опасной для окружающей среды (Лугано, 1993 г.).

31. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием в странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке (Париж, 1994 г.).

32. Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхус, Дания, 1998 г.).

33. Конвенция ЕЭК ООН о трансграничном воздействии промышленных аварий (2000 г.).

34. Конвенция о принятии международных мер в отношении отдельных стойких органических загрязнителей (Стокгольм, 2001 г.).

Важнейшим международным документом является «Международная конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте». Конвенция Россией подписана и ратифицирована. Данная конвенция впервые определила на международном уровне обязанности официальных лиц и права общественности в тех ситуациях, когда на территории одной страны планируется осуществление деятельности, которая может оказать неблагоприятное воздействие на среду обитания и население другой страны.

Материалы в приложении к данной Конвенции определяют Перечень видов экологически опасной деятельности и соответствующих объектов государственной экологической экспертизы, а также общие критерии, помогающие в определении экологически значимых видов деятельности, не включенных в перечень, требования к документации об оценке воздействия на окружающую среду, предъявляемые на государственную экологическую экспертизу, процедуру запроса о планируемой деятельности, рекомендации по после проектному анализу и арбитражу, а также элементам двухстороннего и многостороннего сотрудничества государств в области оценки воздействия на окружающую среду и экологической экспертизы.

Вторым по значимости международным документом в области оценки воздействия на окружающую среду и экологической экспертизы является Директива ЕЭС № 337/85 «Об оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду». В ней закреплены основные принципы экологической оценки (ОВОС и ЭЭ), необходимость информирования общественности и ее активное участие на всех стадиях проведения экологической экспертизы, обязательность проведения консультаций между заинтересованными ведомствами, а также публикации результатов экспертизы.

Технические документы и современная система стандартов по охране окружающей среды и нормативы ее качества

Нормативную основу экологического проектирования и экологического обоснования проектов составляет совокупность экологических и природоохранных требований к ним.

Требования экологические — комплекс ограничений по природопользованию и условий по сохранению окружающей среды. **Природоохранные требования** — требования, предъявляемые к хозяйственной и иной деятельности, обязательные условия, ограничения или их совокупность, установленные законами, иными нормативными актами, природоохранными нормативами, государственными стандартами.

Различают собственно методическую, инструктивную, нормативную базу самого процесса проектирования и систему правовых и нормативных документов, используемых в качестве экологических критериев и требований при проектировании.

Экологическое проектирование регламентируется *правилами проектирования*, строительными нормами и правилами (СНиПы), ведомственными нормативами и инструкциями по экологическому обоснованию хозяйственной деятельности определенного объекта проектирования и также санитарными нормами и правилами проектирования различных промышленных природоохранных и других объектов (СанПиН).

Нормативно-методическая основа экологического проектирования в РФ определяется следующими документами:

- «Инструкцией по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности» (утверждена Приказом Минприроды России от 29 декабря 1995 г. № 539);

- Приказ Минприроды России от 01.12.2020 N 999 «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду»;

- «Инженерные изыскания для строительства» СП 47.13330.2016, утвержден Министерством строительства Российской Федерации (Минстрой России) в 2017 г.;

- "Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий. СП 2.2.1.1312-03" с 25 июня 2003 г.;

- Санитарными нормами и правилами проектирования, строительства и эксплуатации полигонов твердых бытовых отходов;

Нормативная основа экологического обоснования проектов в РФ - это Инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности; Правила по экологическим изысканиям; СНиП (строительные нормы и правила) и СанПиН (санитарные правила и нормы). Согласно этим нормативам, экологическое обоснование хозяйственной и иной деятельности на разных стадиях проектирования осуществляется для оценки экологической опасности проектов, учета экологических, социальных и экономических последствий воздействия реализуемых объектов на окружающую среду.

Таким образом, *экологическое обоснование проектов* — совокупность доводов (доказательств) и прогнозов, позволяющих оценить экологическую опасность намечаемой деятельности для экосистем (природно-территориальных комплексов) определенного региона и человека.

Экологическое нормирование (ЭН) — это научная и правовая деятельность, направленная на охрану природы и рациональное природопользование. Экологическое нормирование разрабатывает *экологические регламенты и нормативы* антропогенного воздействия на экосистемы, при которых сохраняется нормальное функционирование этих систем. Цель ЭН — выявление уровня антропогенных воздействий, при которых не происходит структурно-функциональных перестроек экосистем, ландшафтов.

В экологическом нормировании прослеживаются две стратегии. Первая покомпонентная, связанная с нормированием состояния отдельных компонентов: вод (поверхностных, почвенных и грунтовых), атмосферы, грунтов, почв, растительного покрова, животного мира.

Относительно самостоятельное ответвление покомпонентного нормирования — регламентация использования отдельных компонентов ландшафта, выступающих как ресурсы (вод, почв, лесов и т. д.). Вторая стратегия нацелена на оценку состояния ландшафта в целом, который как системный объект интегрирует в себе взаимодействия всех природных и антропогенных процессов.

Состояние современных ландшафтов зависит во многом от форм хозяйственного использования территории. В первом приближении можно выделить пять классов форм этого использования¹.

1. Ландшафты целенаправленно и полностью преобразуются человеком. Устойчивость структуры и функционирования территории — сфера управленческой деятельности человека (города, промышленные комплексы, некоторые геотехнические системы). Значительную роль играет контролирование и регулирование природными и антропогенными процессами.

2. Потенциал ландшафта используется для получения полезной продукции, но для поддержания ее качества и количества на территорию привносятся значительные дополнительные количества вещества и энергии. Структура территории полностью определяется целями максимализации биопродукционного процесса (интенсивное растениеводство, животноводство).

3. При получении продукции полностью или частично используется самовосстановительный потенциал природы. Управленческие воздействия направлены в основном на повышение эффективности сбора «урожая» (лесное хозяйство, охотничье хозяйство, пастбищное животноводство).

4. Ландшафт используется в основном для восстановления и стабилизации медико-биологического и социально-психологического состояния человека (рекреационные зоны, дачные садовые участки, национальные парки, зоопарки и т. д.).

5. Осуществляется сохранение самовосстановительного потенциала ландшафта. Используются средорегулирующие функции и средообразующие возможности естественных природных процессов (создание заповедников,

различных типов охраняемых территорий, научных стационаров).

Для каждого типа использования территории в конкретных физико-географических условиях существуют свои достижимые стандарты состояния, которые определяются замкнутостью и емкостью круговорота веществ и зависят также от социально-экономического развития общества. Объект оценивается при наложении друг на друга трех схем иерархической организации территории: бассейновой, организующей потоки минерального вещества и воды; ландшафтной, создающей пространственную структуру среды; административной, отвечающей за решения социальных, экономических и экологических конфликтов.

Экологические требования к разработке нормативов

Экологические требования к разработке нормативов содержатся в следующих нормативно-правовых актах:²

Нормативно-правовые документы, устанавливающие правила природопользования, должны определять взаимоотношения органов власти и субъектов Федерации, а также права и обязанности граждан, организаций и учреждений в природоохранной деятельности и регулировании природопользования, и содержать общие экологические требования к ведению хозяйственной и иной деятельности, основные положения по регламентации природопользования. В них определяются:

- принципы природопользования и природоохранной деятельности;
- меры, обеспечивающие природоохранную деятельность;
- ответственность за правонарушения в области природопользования и охраны окружающей среды.

Природоохранные нормативные документы, регламентирующие состояние природной среды, должны иметь параметры качества компонентов природной среды, определяемые природно-климатическими особенностями территории.

Природоохранные нормативные документы, определяющие воздействия на окружающую среду объектов хозяйственной и иной деятельности, должны устанавливать масштаб и степень воздействия при строительстве и эксплуатации

объекта, а также предельно допустимые уровни влияния на окружающую среду и ее компоненты, исходя из экологического потенциала территории и ее ценности.

Нормативы уровней радиационного воздействия, шума, вибрации и иных физических воздействий должны обеспечивать сохранение здоровья населения, его генофонда и отсутствие метаболизма в биологической среде. Для особо ценных территорий (курортных и рекреационных зон, особо охраняемых территорий) предельно допустимые показатели воздействия должны обеспечивать отсутствие каких-либо негативных изменений в экосистемах указанных территорий. Для зон чрезвычайных экологических ситуаций и зон экологического бедствия нормативы воздействия должны быть направлены на обеспечение улучшения экологического состояния указанных территорий.

Природоохранные нормативные документы, содержащие нормативы (в том числе удельные) воздействия объектов конкретной отрасли на окружающую среду (отраслевые нормативы), должны регламентировать:

- состав и количество используемых природных ресурсов на единицу продукцию;
- состав и количество загрязняющих веществ, привносимых в окружающую среду, включая отходы;
- физические воздействия;
- шумовое, радиоактивное, тепловое, ионизирующее и другие виды воздействий.

При этом должно соблюдаться единство метрологического подхода (инструментального, расчетного) в определении загрязняющих веществ, привносимых в окружающую среду, и других видов воздействий.

Нормативно-техническими документами, которые используются при проведении оценки воздействия на окружающую среду и экологической экспертизы, являются: Государственные стандарты, нормы, правила, перечни и классификаторы (ГОСТы, ОСТы, СНИПы, СП, СанПиНы, СН, ОСП, ОНТП, НРБ, ПБТРВ, НВП и др.), а также руководства, методики, методические и другие рекомендации, справочные и иные пособия. Это нормативно-технические документы, содержащие конкретные количественные нормативы, показатели и критерии для проверки предлагаемых решений на соответствие экологическим требованиям.

Следует отметить, что экспертам или разработчикам оценки воздействия на окружающую среду приходится учитывать нормы, правила и требования, содержащиеся в нескольких сотнях нормативно-технических документах: более 100 Государственных (ГОСТ) и 30 Отраслевых (ОСТ) стандартов, более 30 Строительных норм и правил (СНиП), около 50 Санитарных правил и норм (СанПиН), Гигиенических нормативов (ГН), Предельно допустимых (ПДК) и Ориентировочно допустимых (ОДК) концентраций, Ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и других документов Минздрава РФ, а также сотен различного рода Методических указаний (МУ), норм безопасности (например, радиационной - НРБ), порядков, инструкций, классификаторов, перечней, рекомендаций и методик различных ведомств, организаций и учреждений.

Структура положения «О порядке проведения государственной экологической экспертизы». Положение «О порядке проведения ГЭЭ» конкретизирует некоторые нормы ФЗ РФ «Об экологической экспертизе», устанавливая, что она организуется и проводится при условиях:

- регистрации предоставляемых материалов в установленном порядке и предварительной проверки их полноты и достаточности;
- оплаты заказчиком в течение 30 дней со дня получения уведомления о регистрации и при необходимости – предоставления заказчиком в установленный срок запрашиваемых органом экологической экспертизы материалов;
- соответствия материалов требованиям, установленным в соответствии с Инструкцией по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности;
- создания экспертной комиссии и назначения её состава приказом специально уполномоченного органа;
- назначения тем же приказом срока проведения государственной экспертизы (до 4 месяцев, а в исключительно сложных случаях – до 6 месяцев);
- выполнения Регламента государственной экологической экспертизы;
- информирования заинтересованных организаций о её результатах.

В указанном и других подзаконных документах условия, а также порядок учета природных, социально-экономических и других факторов при проведении государственной экологической экспертизы регламентируется более подробно.

Структура «Руководства по экологической экспертизе предпроектной и проектной документации». В соответствии «Руководством по экологической экспертизе предпроектной и проектной документации» (утверждено 10.12.93 г. Главгосэкоэкспертизой Минприроды России) рекомендуется представлять на экспертизу материалы, содержащие:

- информацию о природных условиях и о хозяйственном использовании территории, о количественных показателях состояния компонентов экосистем (воздух, воды, почвы и т.д.);
- оценку существующего экологического состояния территории;
- данные о характере планируемой деятельности и видах воздействия;
- ограничения по пользованию природной средой;
- прогноз изменений природной среды при реализации проектных решений;
- сведения о социальной среде и здоровье населения;
- оценку последствий воздействия объекта на природную среду и население;
- характеристику и оценку эффективности природоохранных мероприятий и других мер по предупреждению и снижению негативного воздействия объекта.

В числе действующих ведомственных подзаконных нормативных и инструктивно – методических документов, регулирующих условия разработки и предоставления материалов на государственную экологическую экспертизу, а также её проведения, отметим следующие:

- «Перечень нормативных документов, рекомендуемых к использованию при проведении ГЭЭ и при составлении экологического обоснования хозяйственной и иной деятельности»;
- «Требования к материалам, предъявляемым на экологическую экспертизу для отнесения отдельных участков РФ к зонам чрезвычайной экологической ситуации или экологического бедствия»;
- «Руководство по проведению ОВОС при подготовке обоснований инвестиций в строительство, технико-экономических обоснований и/или проектов строительства, реконструкции, расширения и технического перевооружения, консервации или ликвидации хозяйственных объектов и комплексов» (утв. Минприроды РФ 12.01.96 № 02-02/35-181);

- «Единая форма заключения ГЭЭ» (утв. приказом «Минприроды РФ от 28.09.95 № 392);
- «Указания к экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности в прединвестиционной и проектной документации» (утв. Главгосэкспертизой Минприроды РФ 15.07.94 г.);
- «Инструкция и Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений» (СНиП 11-01-95 и СП 11-101- 95, утв. постановлениями Минстроя РФ 30.06.95 г., №№ 18-64 и 18-63);
- «Инструкция о порядке проведения государственной экспертизы проектов строительства» (система нормативных документов в строительстве – РДС 11-201-95, Минстрой РФ, М.: 1995);
- «Порядок экспертизы декларации безопасности промышленного объекта РФ» (утв. Приказом МЧС и Госгортехнадзора РФ от 07.08.96, № 222/125);
- Положение по организации и проведению экспертизы проектных и других материалов и документации, обосновывающих безопасность ядерно- и радиационно опасных объектов и производств (утв. приказом Госатомнадзора РФ от 07.04.94, №41 РД-ОЭ-13-94) и др.

Экологические критерии и стандарты

В экологическом проектировании используют ***экологические критерии, нормы*** и стандарты.

Экологические критерии — признаки, на основании которых производится оценка, определение или классификация экологических систем, процессов и явлений.

В зависимости от сути оценок выделяют следующие критерии:

- природозащитные (условие — сохранение целостности экосистемы, популяции, вида)
- антропоэкологические (воздействие на человека);
- эколого-ресурсные (воздействие на ресурсы);
- эколого-социальные (воздействие на социум);

- эколого-хозяйственные (воздействие на системы природа- население— хозяйство);
- качества окружающей среды — признаки, по которым производится оценка

качества природной среды и отдельных компонентов и элементов ландшафтов.

При экологическом нормировании используют различные виды экологических критериев. Результатом экологического нормирования является установление идеальных и временных норм, регламентов и нормативов антропогенного воздействия на элементы и компоненты ландшафтов. Условие — установление таких нормативов, при которых не происходит структурно-функциональных изменений ландшафтов, экосистем.

Экологический стандарт — количественный и качественный показатель состояния природных объектов или природных процессов. Экологический стандарт входит в систему правовых актов, устанавливающих режим использования природных ресурсов.

Стандарты качества окружающей среды являются научно обоснованными предельно допустимыми нормативами состояния компонентов природы, превышение которых создает угрозу для человека, биоты ландшафта, ландшафта в целом.

В РФ существует следующая программа постоянно обновляющихся стандартов:

- охраны и преобразования ландшафтов (**Ландшафты**);
- рационального использования и охраны недр (**Недра**);
- охраны и использования почв (**Почвы**);
- улучшения использования земель (**Земли**);
- охраны и использования вод (**Гидросфера**);
- охраны атмосферы (**Атмосфера**);
- рационального использования биологических ресурсов (**Биологические ресурсы**);
- охраны флоры (**Флора**);

- охраны фауны (**Фауна**).

Также гостятся радиоактивность и радиоактивное загрязнение, шум, вибрация, электромагнитные волны, воздействие транспорта, промышленные и бытовые отходы, сточные воды и их осадки, минеральные удобрения, безопасность в чрезвычайных ситуациях, слежение за воздействием (мониторинг), рекультивация и, наконец, пищевые продукты.

Государственные стандарты — государственные узкофункциональные руководства и инструкции, регламентирующие различные виды хозяйственной деятельности, объясняющие и определяющие термины, а также некоторые задачи, связанные с планированием и проектированием.

Стандартизация по охране окружающей среды, начатая в 80-е годы XX в., завершилась разработкой стандарта:

- **ГОСТ 17.0.0.01-78.** Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Вся система государственных стандартов представлена следующими группами:

- **ГОСТы 17.5.** посвящены вопросам охраны литосферы, включая правила и нормы землепользования, рекультивации, гидроресомелиорации и т.д.;

- **ГОСТы 17.6.** направлены на охрану, защиту и восстановление лесов, охрану прочей флоры, не относящейся к сельхозкультурам;

- **ГОСТы 17.8.** посвящены вопросам ландшафтоведения, охраны и классификации ландшафтов;

- стандарты группы **ГОСТ 12.** устанавливают ПДВ/ВСВ, ПДС/ ВСС³, лимиты использования природных ресурсов, размещения отходов, пределы допустимых уровней физического загрязнения и радиационного воздействия;

- **ГОСТы 17.1.** регламентируют вопросы охраны гидросферы и водопользования;

- **ГОСТы 17.2.** регламентируют охрану атмосферного воздуха, выбросы вредных веществ в атмосферу;

- **ГОСТы 17.4.** включают вопросы охраны почв от загрязнения, уничтожения, воздействий, способствующих их деградации, методы повышения плодородия и др.

В систему экологических нормативов и стандартов входят:

- нормативы качества окружающей среды;
- нормативы использования природных ресурсов;
- нормативы предельно допустимого воздействия на окружающую среду;
- экологические стандарты;
- нормативы санитарных и защитных зон.

Нормативы качества среды, допустимого воздействия, использования природных ресурсов

Использование нормативов качества окружающей среды в проектировании. Стандарты качества окружающей среды выступают как критерии ее состояния и определяются предельно допустимыми нормативами вредных воздействий, превышение которых создает угрозу для здоровья человека и биоты ландшафта. Первая группа — санитарно-гигиенические нормативы: нормы предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе, воде, почве (ПДК).

Следующая группа нормативов устанавливает требования к источнику вредного воздействия. Это нормативы ПДВ в атмосферу и ПДС в водные объекты, предельно допустимые уровни вредных физических воздействий (шума, облучения, радиационного воздействия и др.), разрешение на вывоз и захоронение твердых отходов.

Деятельность по нормированию допустимого загрязнения природной среды (ПДК), в частности водных объектов, начала развиваться в 30-е годы, в связи с принятием «Правил об условиях сброса сточных вод в водоемы» (1939). Несколько позже, в 50-х годах, было начато нормирование предельно допустимого загрязнения атмосферы. Нормативы воздействия на природу в виде ПДВ и ПДС начали действовать в РФ с 70—80-х годов прошлого века.

Третья группа содержит нормы и правила, регламентирующие различные виды деятельности, включая использование ресурсов и охрану природы:

- предельно допустимые нагрузки на окружающую природную среду (ПДН);

- регламентирование рационального использования природных ресурсов;
- разрешение на землепользование и лесопользование;
- установление квот вылова рыбы и отстрела диких животных;
- строительные и градостроительные правила;
- нормативы санитарно-защитных зон;
- экологические требования к технике, технологии, продукции;
- требования к экологическому обоснованию хозяйственной деятельности;
- лицензирование экологической деятельности.

Нормативы использования (изъятия) природных ресурсов определяются с целью предупреждения истощения природных ресурсов, рационального их использования. Конкретным природопользователем устанавливаются нормативные объемы предельного использования (изъятия) природных ресурсов. Лимиты использования природных ресурсов устанавливаются на определенный срок по каждому виду используемых природных ресурсов.

Нормативы предельно допустимого вредного воздействия на окружающую среду определяют: предельно допустимые выбросы в атмосферу; предельно допустимые сбросы в воду; предельно допустимые уровни шума, вибрации, магнитных полей и других вредных физических воздействий; предельно допустимый уровень радиационного воздействия; предельно допустимые нормы применения агрохимикатов в сельском хозяйстве, нормы (лимит) размещения отходов и т.д.

Виды экологического проектирования — **проекты предельно допустимых выбросов** в атмосферу (ПДВ), **проекты предельно допустимых сбросов** в водные объекты (ПДС), **проекты лимитов размещения отходов**. Устанавливаются как «технические» нормативы выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, так и предельно допустимые выбросы. ПДВ и ПДС определяются как для стационарных источников, так и их совокупности, т.е. для объекта в целом. Если по технологическим причинам ПДВ невозможно соблюдать, разрабатываются временно согласованные выбросы (ВСВ). Разработка ПДВ и ВСВ осуществляется как в рамках процесса проектирования, так и для действующих производств. Порядок разработки и

утверждения экологических нормативов выбросов и сбросов, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов обеспечены соответствующими законодательными и нормативными актами.

Нормативы качества окружающей среды устанавливаются в целях сохранения экологических систем, генетического фонда растений, животных и безопасности жизнедеятельности населения. В новой редакции закона «Об охране окружающей среды» (2002) перечислены следующие виды нормативов качества окружающей среды:

- нормативы *химических* показателей состояния среды, прежде всего предельнодопустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воздухе, воде, почвах, растениях и т.д., включая радиоактивные вещества;
- нормативы *физических* показателей состояния среды (ПДУ), в том числе радиоактивности, электромагнитное, вибрации, шума и т.д.;
- нормативы *биологических* показателей состояния окружающей среды, в том числе видов и групп растений животных и других организмов, используемых как индикаторы при оценке качества среды, а также нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов.

Для территорий и акваторий с определенным режимом охраны, а также для особо охраняемых природно-территориальных и природноантропогенных комплексов устанавливаются более строгие нормативы, с учетом природных региональных и локальных особенностей территории.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются для субъектов хозяйственной и иной деятельности с целью оценки и регулирования воздействий всех источников в пределах конкретной территории или акватории. Эти нормативы устанавливаются по видам влияния хозяйственной деятельности и по совокупному воздействию всех источников на определенную территорию или акваторию с учетом ее природных особенностей.

Нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение устанавливают как для проектируемых объектов, так и для действующих производств с целью предотвращения загрязнения окружающей среды и изолирования отходов. **Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду** должны обеспечивать

соблюдение нормативов качества окружающей среды с учетом природных особенностей

территорий и акваторий. Для природопользователей устанавливаются следующие нормативы:

- нормативы допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) и сбросов в воду (ПДС), а также микроорганизмов;
- нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- нормативы допустимых физических воздействий (количество тепла, уровни шума, вибрации, ионизирующего излучения напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды — ресурсные нормативы;
- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Вопросы для подготовки к семинару:

1. Какие статьи федерального закона РФ «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ освещают вопросы государственной экологической экспертизы?
2. Какой закон РФ является базовым в области экологической экспертизы, какова структура и содержание этого закона?
3. Какой существенный недостаток имеется в законе «Об экологической экспертизе»?
4. Какие нормативно-правовые подзаконные акты в области экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду существуют в РФ?
5. Какие существуют нормативные документы и материалы субъектов Федерации в области оценки воздействия на окружающую среду и государственной экологической экспертизы?
6. Какие нормативно-технические документы используются при проведении оценки воздействия на окружающую среду и экологической экспертизе проектов в РФ?
7. Какова структура положения «О порядке проведения

государственной экологической экспертизы»?

8. Какова структура «Руководства по экологической экспертизе предпроектной и проектной документации»?

9. Каковы наиболее важные подзаконные нормативные и инструктивно- методические документы, регулирующие условия разработки и предоставления материалов на государственную экологическую экспертизу?

10. Какие международные конвенции и другие акты в области охраны окружающей среды необходимо учитывать при проведении государственной экологической экспертизы

ТЕМА 2. МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Лабораторная работа № 2

Методы прогнозирования при подготовке ОВОС

Цель — ознакомиться с основными методами прогнозирования при подготовке ОВОС.

Теоретическая материал

Принципы оценок воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду

Основной принцип общий для ОВОС и для экологической экспертизы, — *презумпция потенциальной экологической опасности любого вида хозяйственной деятельности.*

Предполагается, что любая хозяйственная деятельность таит в себе ту или иную степень экологической опасности. Ее осуществление ведет к последствиям, которые необходимо оценивать, причем инициатор деятельности обязан предоставить веские доказательства экологической безопасности намечаемой им деятельности (в соответствии с действующими экологическими стандартами и нормативами).

Принцип *превентивности* означает, что оценка воздействия проводится до принятия основных решений по реализации намечаемой деятельности, а также, что ее результаты используются при выработке и принятии решений. Суть этого принципа — недопущение (предупреждение) неблагоприятных воздействий на окружающую среду и связанных с ним социальных и экономических последствий, вызванных реализацией проекта.

Характерно расширенное понимание превентивное, т.е. экологические оценки должны проводиться не только до принятия решения о возможности осуществления намечаемой деятельности (например, выдачи соответствующего разрешения), но и до принятия важнейших проектных решений. Наконец, последовательная реализация принципа превентивности приводит к необходимости стратегической экологической оценки, предметом которой являются решения более высокого уровня, предшествующие планированию и проектированию.

Принцип альтернатив заключается в выявлении и анализе альтернативных вариантов достижения целей планируемой деятельности, включая и нулевой вариант (отказ от деятельности). В результате выбирается наименее экологически опасный способ достижения цели проекта, рассматриваются альтернативные проектные решения, технологические альтернативы. В предпроектных обоснованиях анализируются размещенческие, планировочные альтернативы, необходимые для экологической корректировки размещения. Достижению целей проекта с меньшим ущербом природе способствует анализ использования ландшафтов в других целях с сохранением их потенциалов (ландшафтная альтернатива), использование ресурсов в других целях (эколого-ресурсная альтернатива) и т.д.

Рассмотрение и сравнение нескольких альтернатив достижения цели намечаемой деятельности и альтернативных вариантов ее осуществления обеспечивают принятие верных решений, обусловленных результатами экологических оценок.

В зарубежной практике принято рассматривать восемь групп параметрических альтернатив исходного проекта:

- альтернативы потребностей;
- виды деятельности;
- местонахождение проекта;
- производственные процессы;
- время выполнения проекта;
- ресурсы;
- способы удаления отходов;
- эстетическое воздействие.

На основе анализа альтернативных параметров формируются несколько (до пяти-шести) альтернативных проектов, а для окончательного выбора наилучшего варианта применяется, например, метод балльного ранжирования степени воздействия вариантов проекта на список (ряд) компонентных свойств природной и социально-экономической среды, а также некоторые другие специализированные методы.

Принцип демократичности (гласности) подразумевает признание за всеми сторонами общества, интересы которых затрагивает планируемая деятельность, прав на непосредственное участие в решениях по проекту. Принцип демократичности предполагает учет «интересов общества». Заинтересованные стороны имеют возможность участвовать в процессе ОВОС на всех этапах, их мнение учитывается наряду с заключением экспертов.

Демократические процедуры обычно противостоят «технократическим», при которых решения принимаются закрытым образом. В национальной процедуре ОВОС механизм применения принципа демократичности (гласности) представлен в виде общественных слушаний, общественной экспертизы, различного рода согласований, участия заинтересованных сторон в государственной экологической экспертизе в качестве наблюдателей. Взаимная корреляция объективных (научных) и субъективных (общественных) оценок способствует выработке оптимальных взаимоприемлемых решений по реализации проекта.

Кроме того, при проведении ОВОС руководствуются *принципами комплексности*:

- ***интеграции*** — комплексное рассмотрение вопросов воздействия на природу, хозяйство и население на всех стадиях процесса подготовки документов;
- ***альтернативности*** — оценка воздействий не может проводиться лишь по одному взятому варианту проекта;
- ***приоритетности*** — никакие соображения не должны служить основанием для игнорирования экологических последствий реализации проектов;
- ***достоверности*** — степень детализации при проведении ОВОС не должна быть ниже той, которая определяется экологической значимостью воздействия на природу, население и хозяйство;
- ***сохранения*** — планируемая деятельность не должна приводить к уменьшению экологического разнообразия, снижению биопродуктивности и биомассы территорий и акваторий, а также к ухудшению жизненно важных свойств природных комплексов биосферы;
- ***совместимости*** — планируемая деятельность не должна ухудшать качество жизни населения и наносить некомпенсируемый ущерб

другим видам деятельности. Социальная совместимость (эстетическая, культурная, религиозная) определяется воздействием на социально-психологические механизмы соответствия этническому стереотипу, национальным ценностям, установкам;

- *гибкости* — процесс ОВОС может варьироваться по масштабам, глубине и системе оценивания в зависимости от характера планируемой деятельности.

Методология ОВОС

Алгоритм исследований воздействия проектируемой хозяйственной деятельности определяется типом воздействия и природными условиями региона размещения. Последовательность исследования такова: характеристика природных условий района строительства (нередко специализированная), вычленение объекта на базе концепции геотехнических систем; определение механизмов связи; вещественных, энергетических и информационных потоков; границ сферы воздействия. В пределах нее — вычленение зон влияния, дифференциация знака и интенсивности влияния на экосистемы и ландшафты, определение степени воздействия в экстремальных ситуациях по технологическим, экономическим и социальным критериям. Важное значение имеет обоснование выбора параметров хозяйственной деятельности, природной среды, методов, систем прогнозирования и оценивания.

По Ю. Г. Пузаченко к основным характеристикам хозяйственной деятельности, учет которых крайне необходим для составления ОВОС, относятся:

1. пространственно-временная структура непосредственно используемых видов ресурсов и интенсивность их использования (в качестве ресурса может рассматриваться и физическое пространство, необходимое для размещения объекта проектирования);
2. энергетическая мощность объекта (потребление энергии в единицу времени);
3. проектируемое время жизненного цикла производства;

4. интенсивность и изменчивость во времени и пространстве производства вещественно-энергетических отходов (выбросов, потерь) и их структурные пространственно-временные характеристики;

5. компоненты природной среды (переменные), непосредственно подвергающиеся воздействию в результате прямого использования ресурсов и отходов.

Важнейшие параметры природной среды (ландшафтов, речных бассейнов и других используемых моделей пространственной организации территории):

- естественный энергетический уровень — радиационный баланс и показатели структуры теплового баланса - затраты энергии на испарение (LE/R), турбулентный теплообмен с атмосферой (P/R);

- естественный водный баланс и показатели структуры водного баланса (коэффициент стока, соотношение поверхностного и подземного стока);

- естественный баланс вещества (приход вещества с атмосферными осадками, соотношение твердой фазы стока на входе и на выходе);

- естественный (нормальный) биогеохимический фон (показатели емкости и скорости биологического круговорота веществ);

- биологическая продуктивность ландшафтов;

- КПД фотосинтеза естественного растительного покрова;

- естественная (нормальная) сложность (био- и ландшафтного разнообразия) на различных иерархических уровнях пространственной организации;

- прогнозируемый энергетический уровень и тепловой баланс (структура теплового баланса, отношение радиационного баланса к суммарной солнечной радиации — R/Q);

- прогнозируемый водный баланс;

- прогнозируемый биогеохимический фон;

- прогнозируемый уровень структурной сложности (био- и ландшафтного разнообразия);

- собственные частоты динамики основных переменных;

- характерное время самовосстановительных процессов;

- оценка стационарности и факторов, ответственных за

стационарность.

Оценка стационарности показывает, насколько стабильна система и что именно определяет эту стабильность. Намеченная программа интегрального подхода к составлению ОВОС для ландшафта как геосистемы в целом в настоящий момент сложна для полной реализации из-за недостатка фактического материала и недостаточной разработки частных методик измерения параметров геосистем, но может рассматриваться как основа для будущих построений.

В основе составления ОВОС лежит, прежде всего, эмпирическое обобщение данных (типовая схема) о влиянии технического (инженерного) объекта на окружающую территорию. При этом используется вся совокупность частных и общих методов географических, инженерно-геологических, экологических исследований (полевых и камеральных). Они дополняются математическими методами, моделированием процессов, построением ГИС и т.д.

На этапе создания ОВОС проектируемых объектов на первый план выступает прогнозирование — это процесс получения данных о возможном состоянии исследуемого объекта и природно-антропогенных ландшафтов в зоне его влияния на заданный период времени. Прогноз — результат прогнозных исследований. ОВОС включает не только физико-географический, но и инженерно-геологический, экономический, социальный прогнозы. Географическое прогнозирование — самостоятельная учебная дисциплина и междисциплинарное научное направление. Поэтому мы ограничимся самыми общими соображениями по данному вопросу⁴.

Методы прогнозирования делятся на интуитивные (экспертные) и формализованные (фактографические). Экспертные оценки применяются в случае, если об объекте оценивания нет достоверных сведений и неизвестны количественные зависимости между прогнозируемыми процессами и явлениями. Экспертные оценки применяют при построении ранжированных шкал оценок воздействия, они могут быть качественными, количественными, либо воздействие выстраивается по мере убывания или возрастания и выявляются сопутствующие ему состояния компонентов, ландшафтов, социума других видов деятельности и т.д. Экспертные оценки широко применяют при анализе альтернативных решений, определении

неопределенности экологического риска и отдаленных последствий воздействия.

Среди прогнозных методов отметим экстраполяцию и метод прогнозирования по аналогиям. Экстраполяция применяется при наличии статистических рядов временных рядов).

Наибольшее развитие в 70—80-е годы XX в. в прогнозировании получил метод географических аналогий, особенно при прогнозировании последствий создания крупных водохранилищ и мелиоративных систем. Прогнозирование по аналогии предусматривает экстраполяцию закономерностей, найденных на существующих объектах, на проектируемые при условии сходства природных условий двух районов и технологии производства. Метод географических аналогий, по существу, представляет совокупность методов (картографического, геохимического, геофизического, расчетных и др.), использование которых подчинено одному стратегическому замыслу. Объектом прогноза выступают природно-территориальные комплексы, интегрированные потоками вещества, энергии и информации от технического объекта в геотехническую систему.

Прогнозирование по аналогиям позволяет: 1) определить размеры зон и поясов влияния технического сооружения на отдельные компоненты ПТК и на природные комплексы в целом;

2) наметить основные тенденции в изменении отдельных компонентов природы по сезонам года и в зависимости от специфики функционирования технического объекта; 3) выявить временные стадии развития процесса влияния. Это в свою очередь создает основу для проведения оценки (природной, экологической, экономической, технологической, социальной) последствий.

Различают, как минимум, пять основных взаимодополняющих методов проведения ОВОС. К числу часто применяемых относятся системы измеряемых природных параметров (характеристик). Причинно-следственные связи между возможными воздействиями на объекты устанавливаются **матричным методом**. Широко распространен **метод сопряженного анализа карт**, позволяющий определять и демонстрировать масштабы распространения воздействия. Хорошо зарекомендовала себя **система**

потоковых диаграмм, описывающая природные системы как сложные структуры массообмена. Используется **метод имитационного моделирования**. **Метод экспертных групп**, несмотря на его недостатки (субъективность оценок и т.п.), служит для определения граничных параметров воздействия и используется для построения ранжированных шкал оценок воздействия и различного рода матриц.

Метод анкетирования

Метод анкетирования – психологический вербально-коммуникативный метод, в котором в качестве средства для сбора сведений от респондента используется специально оформленный список вопросов (анкета). Анкетирование позволяет наиболее жёстко следовать намеченному плану исследования, так как процедура «вопрос-ответ» строго регламентирована.

При помощи метода анкетирования можно с наименьшими затратами получить высокий уровень массовости исследования. Особенностью этого метода можно назвать его анонимность (личность респондента не фиксируется, фиксируются лишь его ответы). Анкетирование проводится в основном в случаях, когда необходимо выяснить мнения людей по каким-то вопросам и охватить большое число людей за короткий срок.

Виды анкетирования:

1. по числу респондентов:
 - индивидуальное анкетирование – опрашивается один респондент;
 - групповое анкетирование – опрашиваются несколько респондентов;
 - аудиторное анкетирование – методическая и организационная разновидность анкетирования, состоящая в одновременном заполнении анкет группой людей, собранных в одном помещении в соответствии с правилами выборочной процедуры;
 - массовое анкетирование – участвуют от сотни до нескольких тысяч респондентов (на практике работа трудоёмкая, а результаты менее корректны).
2. по полноте охвата:
 - сплошное – опрос всех представителей выборки;
 - выборочное – опрос части представителей выборки.

3. по типу контактов с респондентом:

- очное – проводится в присутствии исследователя-анкетёра;
- заочное – анкетёр отсутствует (рассылка анкет по почте, публикация анкет в прессе, публикация анкет в Интернете, вручение и сбор анкет по месту жительства, работы и т.д.).

Несмотря на многочисленные преимущества, метод обладает рядом недостатков:

1. увлечение использованием опросника может оказаться малоэффективным – какая степень подробности ответов обеспечивает обоснованный ответ?
2. не всякий в состоянии правильно понять смысл вопросов.
3. метод требует аккуратного целенаправленного использования, поскольку его систематическое применение может повысить уровень запросов.
4. анализ анкет позволяет понять, что думают люди, но не разъясняет, почему они придерживаются данной точки зрения.
5. не формируется список сильных сторон и областей деятельности, требующих дальнейшего совершенствования.
6. точность результатов зависит от качества задаваемых вопросов.

Метод интервьюирования

Метод интервьюирования – в социальном исследовании используется на начальных этапах для общего знакомства и предварительного изучения темы.

Интервью – метод сбора первичной информации, основанный на непосредственном общении опрашивающего с респондентом, в процессе которого опрашивающий получает необходимую информацию в форме ответов.

Интервьюирование, как и другие методы опроса, представляет собой своего рода технологию, включающую в себя следующие этапы:

- подготовка интервью, включая общую и конкретную подготовку;
- начало;
- основная часть;
- завершение;
- обработка результатов.

Методические принципы интервьюирования можно разделить на базовые (универсальные) и специфичные. Последние представляют собой модификации этой методики применительно к различным типам исследовательских задач.

Выделяют:

1. Свободное интервью – опрашивается только тема, а процесс интервьюирования протекает в свободной форме с использованием различных технических средств фиксации ответов на вопросы.
2. Фокусированное интервью – вычисляется мнение многих и разных людей по одному узкому вопросу или событию.
3. Формализованное интервью – вопросы респондентам задаются в заранее составленной форме и строгой последовательности. Респондент отвечает на вопросы в свободной, самостоятельно сформулированной форме.
4. Частично формализованное интервью – на основе заранее подготовленных вопросов, дополняющихся в процессе и частично видоизменяющихся.

Метод сценариев

В некоторых проблемах (особенно в эколого – социотехнических) искомое решение должно определить реальное будущее течение событий. В таких случаях альтернативами являются различные (воображаемые, но правдоподобные) последовательности действий и вытекающих из них событий, которые могут произойти в будущем с исследуемой системой. Эти последовательности имеют общее начало (настоящее состояние), но затем возможные состояния различаются все сильнее, что и приводит к проблеме выбора. Такие гипотетические альтернативные описания того, что может произойти в будущем, называют сценариями, а рассматриваемый метод – разработкой сценариев.

Сценарии – альтернативы представляют ценность для лиц, принимающих решения, только тогда, когда они не просто плод фантазии, а логически обоснованные модели будущего, которые после принятия решения можно рассматривать как прогноз, как приемлемый рассказ о том, «что случится, если...».

Создание сценариев относится к типичным неформализуемым процедурам, представляет собой творческую, научную работу. Тем не менее и

в этом деле накоплен определенный опыт, имеются свои эвристики. Например, рекомендуется разрабатывать «верхний» и «нижний» сценарии – как крайние случаи, между которыми может находиться возможное будущее. Такой прием позволяет отчасти компенсировать или явно выразить неопределенности, связанные с предсказанием будущего. Иногда полезно включать в сценарий воображаемый активно противодействующий элемент, моделируя тем самым «наихудший случай». Кроме того, рекомендуется не разрабатывать детально (как ненадежные и непрактичные) сценарии, слишком

«чувствительные» к небольшим отклонениям на ранних стадиях.

Важными этапами создания сценариев являются:

- составление перечня факторов, влияющих на ход событий, со специальным выделением лиц, которые контролируют эти факторы прямо или косвенно;
- выделение аспектов борьбы с такими факторами, как некомпетентность, халатность и недисциплинированность, бюрократизм и волокита; учет наличных ресурсов и т.д.

Метод экстраполяции

Метод экстраполяции применяется при наличии статистических рядов (пространственно- временных рядов) математических данных.

Экстраполяция – логико-методологическая процедура распространения (переноса) выводов, сделанных относительно какой-либо части объектов или явлений на всю совокупность (множество) данных объектов или явлений, а также на их другую какую-либо часть; распространение выводов, сделанных на основе настоящих и (или) прошлых состояний явления или процесса на их будущее (предполагаемое) состояние. В математике и статистике экстраполяция – продолжение динамического ряда данных по определенным формулам; соотносится здесь с понятием «интерполяция», обозначающим нахождение промежуточных значений по ряду логических или статистических данных. Таким образом, экстраполяции могут подвергаться как качественные, так и количественные характеристики, а также некоторые уравнения (сформулированные для одной предметной области, они переносятся на иные предметные области).

Под экстраполяцией может пониматься метод математической гипотезы, чаще же рассматривают иные стратегии экстраполяции:

- 1) экстраполяция на основе индукции (экстраполяция тенденции);
- 2) экстраполяция на основе аналогового моделирования;
- 3) экстраполяция выборочных данных на всю генеральную совокупность при соблюдении требований репрезентативности (по части судят о целом или о другой части, т.е. другой выборке из генеральной совокупности).

Особо можно говорить об экстраполяции схем и приемов деятельности в новые практические области (за пределами логико-методологических процедур), об экстраполяции результатов мысленного оперирования знаковыми комплексами в реальные системы действий. Научная экстраполяция предполагает умение правильно оперировать базами экстраполяции, т.е. исходным знанием, следование обоснованным правилам переноса, обязательную оценку полученных выводов по избранным критериям.

Экстраполяция предполагает работу с «неизвестными» на основе известного знания и с

«будущим» на основе знания прошлого и настоящего. В этом отношении она - неизбежный прием любого творческого мышления и деятельности. Экстраполяция – важнейшее средство диагностических процедур и прогнозирования. Более того, экстраполяционное прогнозирование институализировалось в особую область прогнозной работы наряду с поисковым и нормативным прогнозированием (на качественном уровне - это системный классификационный анализ понятий на предмет их упорядочивания и иерархизации; на количественном – это трендовый анализ динамических рядов с целью отыскания основных тенденций).

Метод мозгового штурма

Метод мозгового штурма был специально разработан для получения максимального количества предложений. Его эффективность поразительна: шесть человек за полчаса могут выдвинуть 150 идей, а бригада проектировщиков, работающая обычными методами, никогда не пришла бы к мысли о том, что рассматриваемая ею проблема имеет такое разнообразие аспектов.

Техника мозгового штурма такова. Собирается группа лиц, отобранных для генерации альтернатив; главный принцип отбора – разнообразие профессий, квалификации, опыта (такой принцип поможет расширить фонд априорной информации, которой располагает группа). Сообщается, что приветствуются любые идеи, возникшие как индивидуально, так и по ассоциации при выслушивании предложений других участников, в том числе и лишь частично улучшающие чужие идеи (каждую идею рекомендуется записать на отдельной карточке).

Категорически запрещается любая критика – это важнейшее условие мозгового штурма: сама возможность критики тормозит воображение. Каждый по очереди зачитывает свою идею, остальные слушают и записывают на карточки новые мысли, возникшие под влиянием услышанного. Затем все карточки собираются, сортируются и анализируются, обычно другой группой экспертов.

Таким образом, общий выход такой группы, где идея одного может навести другого на что-то еще, часто оказывается больше, чем общее число идей, выдвинутых тем же количеством людей, но работающих в одиночку. Число альтернатив можно впоследствии значительно увеличить, комбинируя сгенерированные идеи. Среди полученных в результате мозгового штурма идей может оказаться много «глупых» и неосуществимых, но «глупые» идеи легко исключаются последующей критикой, ибо компетентную критику легче получить, чем компетентное творчество.

Дискуссия – обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы. Важной характеристикой дискуссии, отличающей её от других видов спора, является аргументированность. Обсуждая спорную (дискуссионную) проблему, каждая сторона, оппонируя мнению собеседника, аргументирует свою позицию.

Под дискуссией также может подразумеваться публичное обсуждение каких-либо проблем, спорных вопросов на собрании, в печати, в беседе. Отличительной чертой дискуссии выступает отсутствие тезиса, но наличие в качестве объединяющего начала темы. Дискуссия часто рассматривается как метод, активизирующий процесс обучения, изучения сложной темы, теоретической проблемы.

Групповая дискуссия. В социологии метод групповой дискуссии (групповая дискуссия) используется как метод сбора данных, которых сочетает элементы методов группового и глубинного интервью и социологического наблюдения. Суть метода – организация в малой группе целенаправленного разговора по проблемам, интересующим исследователя.

Аргументированность дискуссии. В логической теории и теории аргументации дискуссия исследуется не со стороны её психологической или социологической функции, а по содержанию, по аргументационному арсеналу. В соответствии с классификацией аргументации, предложенной ещё Аристотелем, различают четыре разновидности дискуссии:

- Аподиктическая дискуссия – дискуссия с целью достижения истины. Такая дискуссия соблюдает логические правила вывода.
- Диалектическая дискуссия – дискуссия, которая претендует лишь на достижение правдоподобия.
- Эристическая дискуссия – дискуссия с целью склонить оппонента к своему мнению (либо спор ради спора).
- Софистическая дискуссия (софистический спор) – дискуссия с целью победить любым путем. В такой дискуссии используются логические уловки – софизмы (в том числе основанные на манипулировании смыслом слова), введение собеседника в заблуждение и т.д.

Метод исторической аналогии

Метод исторической аналогии – метод прогнозирования, основанный на установлении и использовании аналогии объекта прогнозирования с одинаковым по природе объектом, опережающим первый в своем развитии.

Историческая аналогия всегда играла некоторую осознанную или неосознанную роль при прогнозировании, которое распространяется лишь на соседний или следующий за ним уровень, например при прогнозировании воздействия данного продукта на рынок.

Метод исторических аналогий – применение на предприятии показателей, сходных по значению с теми, что используются на аналогичных предприятиях.

Метод исторических аналогий эффективен при определении путей развития новых отраслей и экономических районов. Но и принятый образец нуждается в дальнейшем исследовании внутренних и внешних условий и

закономерностей его развития. Необходимо очень осторожно применять этот метод, так как нет абсолютно одинаковых объектов и явлений, и к тому же изменяется как внутренняя, так и внешняя среда объекта.

Весьма распространенным является метод исторических аналогий, заключающийся в том, что представление о будущем состоянии объекта или процесса строится по образу, уже миновавшему тот этап развития, который предстоит прогнозировать.

В технологическом прогнозировании используют иногда метод исторических аналогий. Если применять этот метод к пиролизу в трубчатых печах, то достаточно обоснованным представляется появление промышленной технологии каталитического пиролиза. Действительно, у термического пиролиза с получением низших олефинов имеется аналог в нефтеперерабатывающей промышленности – термический крекинг, который постепенно замещался каталитическим крекингом.

Метод списков

Метод списков является наиболее простым методом выявления потенциально значимых воздействий. Сущность метода заключается в составлении и анализе списка компонентов окружающей среды с задачей выделения тех из них, которые окажутся уязвимыми при реализации проекта. Выявляются следующие категории списков:

- простые (списки природных параметров без наличия методических рекомендаций по их измерению или интерпретации);
- описательные (включают определенные природные параметры и методические рекомендации по их измерению);
- масштабные (похожи на описательные списки, но дополняются информацией, основанной на субъективно определенной величине ущерба);
- масштабно-взвешенные (масштабные списки с информацией по субъективной оценке каждого параметра в отношении другого параметра);
- вопросник (составляется из серии связанных вопросов по видам воздействиям проекта и выполняется в рамках проведения процедуры ОВОС).

Разнообразие списков и возможностей их использования является основным источником трудностей, связанных с их применением. Наиболее простые формы списков являются жесткими, то есть ограничиваются исследованием только тех элементов, которые в них содержатся. Если они

используются для анализа определенного проекта и составлены специально для него, эта проблема может быть частично снята.

Сложные списки являются более дорогостоящими с точки зрения проведения процедуры ОВОС. Более того, их эффективное использование возможно только для экспертов- профессионалов, в то время как для неэкспертов они могут оказаться очень трудными для понимания, а результаты, получаемые в процессе их использования, сомнительными.

Достоинство метода – его простота, недостатки – трудности учета не прямых воздействий, возникающих на разных стадиях или в связи с разными аспектами осуществления проекта.

Метод экспертных оценок

Главное преимущество этого метода состоит в том, что он может быть легко использован и подготовлен, так как состоит главным образом из утверждения списка требуемых баз данных без выделения определенных воздействий на параметры окружающей среды, которые могут быть вызваны данным проектом. Этот метод призван дать основную идею в определении альтернатив для предложенного проекта или какой-то его части.

Широкое распространение получили экспертные оценки на основе балльных шкал, основанные на квалифицированном анализе результатов геоэкологических исследований. Они используются применительно к сложным системам, для которых получение прямых количественных характеристик затруднено из-за отсутствия методик расчетов.

Работа экспертов начинается с определения иерархической системы признаков, на основании которой производится оценка устойчивости геосистемы. Собственно экспертный анализ заключается в установлении оценок значимости и выраженности признаков.

Одним из способов статистического анализа (например, по критерию Шеффе, который применяется при дисперсионном анализе для определения статистически значимых различий между средними показателями для групп) оценивается согласованность результатов работы экспертов. При удовлетворительном сходстве интегральных показателей средние балльные характеристики геосистем переносятся в базу данных, реализуемую в ГИС. Оценка устойчивости структурных частей геосистемы требует

предварительного определения существующего уровня техногенной нагрузки. С этой целью производится полная инвентаризация источников и видов воздействия и расчет их «рейтинговых оценок» по специальной программе.

Среди недостатков данного метода могут быть выделены следующие:

- неточное определение всей совокупности воздействий;
- недостаточно четкая последовательность их определения;
- возможная неэффективность из-за неполноты определения соответствующих групп для оценки каждого воздействия;
- субъективность оценок, не снимаемая даже большим числом экспертов, ибо увеличение числа экспертных мнений может повысить объективность оценок только при гарантии независимости и несмещенности отдельных мнений.

Среди прогнозных методов отметим метод экстраполяции и метод прогнозирования по аналогиям.

Метод матриц

Суть метода состоит в определении причинно-следственных связей между возможными направлениями воздействия и параметрами окружающей среды.

В начале 70-х гг. XX в. американский эколог Леопольд предложил выявлять значимые воздействия с помощью матрицы, в которой столбцы соответствуют различным этапам осуществления проекта и видам деятельности (подготовка площадки, строительство подъездных путей, складирование отходов, вывод из эксплуатации и т.д.), а строки – компонентам окружающей среды (подземные воды, флора и фауна и т.д.). На пересечении строк и столбцов при помощи условных знаков (обычно в баллах принятой составителем шкалы оценок) могут указываться значимость, степень предсказуемости, природа воздействия или другая информация. Леопольд, в частности, составил матрицу для выявления воздействий крупных гидроинженерных сооружений (так называемая «матрица Леопольда»).

Простая матрица является двумерной, то есть по вертикали представляется перечень параметров окружающей среды, а по горизонтали – направления воздействия проекта. Таким образом, в клетках матрицы обозначается собственно факт взаимодействия.

Количественные матрицы с весовыми коэффициентами являются модификацией простой матрицы с использованием балльных оценок взаимодействий по некоторой шкале.

Наряду со списками матрицы являются основой экспертного знания и при этом требуют небольшого объема информации. Недостатком этого метода является то, что он не дает достаточно объективных критериев в процессе принятия решений. Он не может быть использован при мониторинге воздействий. Кроме того, все взаимодействия и зависимости представляются матрицей равнозначными. При наличии эффектов отдаленных и вторичных последствий такое свойство может обусловить получение результата, прямо противоположного реальному.

Этот метод целесообразно использовать для подготовки исходных материалов и проведения ОВОС на качественном уровне. Основное преимущество матрицы Леопольда состоит в том, что она служит контрольным списком, который включает качественную информацию о взаимосвязях типа «причина – следствие», и к тому же полезна в качестве источника информации о результатах. Это открытая матрица, содержащая 100 наименований «факторов воздействия» на горизонтальной оси и 88 «характеристик» и «условий» окружающей среды на вертикальной.

В матрице используются как количественные, так и качественные данные, однако она не содержит средств, позволяющих их различать. Кроме того, предсказываемые величины не учитывают в явной форме различия будущих состояний при осуществлении вмешательства и при его отсутствии.

Объективность не является сильной стороной матрицы Леопольда, потому что каждый оценщик свободен в выборе числа в схеме ранжирования количественной шкалы от 1 до 10000.

Несмотря на ограниченные возможности, матричный анализ обладает несомненными достоинствами:

- наглядность, поскольку результаты анализа можно представить в единой программе;
- гибкость: перечень факторов воздействия, характеристик и условий не является догмой, а может разрабатываться для конкретных целей.

Матрицы помогают выявлять значимые воздействия более систематично, чем списки. С их помощью легче учитывать опыт прошлых проектов. Более того, матрицы могут указать не только на возможные значимые изменения в окружающей среде, но и на те элементы проекта, которые могут привести к серьезным экологическим воздействиям, а значит, возможно, нуждаются в альтернативной проработке.

Для более систематического выявления непрямых воздействий применяются так называемые «пошаговые» матрицы, или матрицы второго порядка. В таких матрицах выявленное воздействие на компоненты окружающей среды используется для предсказания «непрямых» воздействий (второго порядка). Например, воздействие на почвы может отразиться на флоре и фауне.

Картографические методы

Мощным средством осуществления ОВОС является картографическое моделирование. В этом методе эффективно сочетаются содержательно-географические аспекты, наглядность в представлении изучаемого объекта в картографическом материале и возможность комплексного анализа основных закономерностей структуры и процессов функционирования сложных геосистем.

Для процедуры ОВОС может быть использована существующая картографическая основа с последующей ее отработкой в соответствии с целями и задачами представления конкретного объекта оценки или экспертизы. В этом случае объект (предлагаемый проект) должен иметь достаточно стабильные пространственно-временные характеристики. Если проводится экспертиза, затрагивающая быстро меняющиеся процессы и явления - сезонное изменение зеленого покрова, выявление зон деформации деревьев, распространение лесных пожаров, загрязнение водных объектов, распространение сине-зеленых водорослей, распределение фитопланктона, а также регистрация выбросов вредных веществ в атмосферу, анализ техногенных тепловых потоков в атмосфере и водной среде - возникает необходимость в динамическом картировании с использованием аэро- и космических изображений.

Современные методы сбора и обработки данных космического зондирования позволяют не только выполнить преобразование изображения в цифровой код, но и обеспечить его геометрическое, колориметрическое и другие преобразования для моделирования динамики развития рассматриваемых процессов.

Сочетание методов и приемов, используемых в экологической экспертизе сложных многопараметрических систем с применением географических и картографических исследований, дает возможность получения принципиально новой содержательной информации для оценки состояния и прогнозирования развития сложных процессов взаимодействия конкретных объектов наблюдения (групп объектов) или последствий разрабатываемых проектов с компонентами природной среды.

Системно-аналитический подход к генерализации предметной информации, в частности морфометрических характеристик рельефа и ландшафта в отечественных экологических исследованиях, сочетается с междисциплинарной генерализацией.

Метод синтеза предметных моделей (математических или картографических) практически реализуется в комплексные сложные (синтетические) модели, ориентированные на цели ОВОС, экспертизы или системы территориального управления.

В методах картографического моделирования используется предметно-ориентированный картографический материал, данные наблюдений, результаты прогностических расчетов с использованием математических моделей, а также обобщенные материалы экспертных оценок предметных специалистов. Синтезированная таким образом информация может быть представлена в виде тематических карт в традиционном виде или на автоматизированных картографических системах (например, AutoCad, MAP INFO, ARC/INFO), функционирующих на базе фондов цифровых данных.

В методе экологического картирования используются карты-схемы современного состояния компонентов природной среды и аналитические (оценочные) карты-схемы, характеризующие интенсивность регионального природопользования по различным направлениям. Методика разработки аналитических карт-схем предусматривает их периодическую

корректировку и уточнение в соответствии с реальной обстановкой и изменением планов регионального развития.

Составление экологических карт-схем для региона или отдельной территории имеет большое значение для начала работы по перспективному планированию и может рассматриваться как способ подготовки агрегированной целевой информации. При их постоянном обновлении динамическая информация, которую они предоставляют, является не только способом, но и инструментом перспективного планирования эколого-экономического развития. Несомненным достоинством метода экологического картирования является использование комплексного подхода к решению конкретных задач на качественном уровне. В связи с этим составлением и обновлением карт-схем в области регионального природопользования должны заниматься специалисты самого высокого класса, а надежность обоснованного интегрированного представления результатов их работы позволяет использовать данные схемы для принятия управленческих решений по широкому спектру вопросов социально-экономического развития территории.

Однако процедура принятия решений носит в этом методе все же качественный характер, и достоверность прогнозных оценок вредных воздействий на окружающую среду в каждом конкретном случае требует подтверждений по результатам дополнительных исследований.

Таким образом, отсутствие количественных критериев оценки, необходимых для использования автоматизированных экспертно-информационных систем, в значительной степени сужает области практического применения метода экологического картирования. Его дальнейшее развитие предполагает введение количественного компонента, разработку приемов представления информации с использованием ЭВМ и создание специализированных эколого-информационных систем (ЭИС), ориентированных как на территориальные объекты, так и на секторы экономического и социального развития конкретного региона.

Метод совмещенного анализа карт

К основным методам качественной оценки воздействия можно отнести метод совмещенного анализа карт, который был предложен в 1968 г. Яном МакХаргом (Пенсильванский университет). В соответствии с этим методом исследуемая территория разбивается на географические «ячейки»,

выделяемые по координатной сетке с учетом топографических особенностей местности. Для проведения ОВОС используются аэрофотоснимки, топографические карты и материалы государственного земельного кадастра, полевые наблюдения, а также результаты общественных обсуждений, экспертные оценки специалистов и методы случайной выборки. По каждому интересующему фактору составляется отдельная карта анализируемой территории. Рекомендуются для анализа использовать не более 10 карт. Проведение процедуры ОВОС заключается в совмещении ячеек отдельных карт последовательно или в определенном сочетании и анализе на качественном уровне агрегированного воздействия результатов реализации обсуждаемого проекта. Объективность метода определяется достоверностью исходной картографической основы и квалификацией экспертов, выполняющих ОВОС.

Суть метода состоит в представлении информации в виде схем, планов или диаграмм, которые затем в заданной экспертом последовательности накладываются друг на друга. Главное достоинство метода заключается в наглядности представления информации о пространственном распределении объектов и источников воздействия, что позволяет прогнозировать возможные последствия от реализации крупных региональных проектов.

Метод совмещенного анализа карт независимо разрабатывался и в нашей стране и получил название метода экологического картирования. По сути, он является практическим приложением ландшафтно-географических исследований. В частности, он был использован в 1981 – 1983 гг. при разработке «Территориальной комплексной схемы охраны природы Ленинградской области (ТерКСОП)».

В ТерКСОП на единой картографической основе с участием экспертов и специалистов были составлены карты по пятнадцати разделам. Эта работа стала методической основой для разработки подобных территориальных комплексных схем для многих регионов бывшего СССР.

Метод прекрасно работает для определения и демонстрации масштабов распространения воздействия, наиболее полезен при оценке альтернативных вариантов для линейных типов проектов (нефтепроводов, автодорог и пр.), позволяя выявлять узлы наложения различных воздействий.

Проблемы, возникающие при использовании этого метода, состоят в сложности определения границ и неоднородности воздействий. Размытость природных границ, не учитываемая на картах, иногда может привести к смещенности оценки ситуации в двух лежащих рядом природных выделах. Кроме того, при изображении данных на карте значительный объем детальной информации может быть потерян и не использован в процессе оценки.

Метод Бателле

Попытка создания и практического использования количественных методов ОВОС, оказываемого ожидаемыми последствиями различных проектов хозяйственной деятельности, была реализована в лаборатории Бателле, Колумбус (США).

Метод Бателле основан на анализе четырех основных категорий факторов (сфер): экологической; физико-химической; сферы чувственного восприятия; сферы человеческой деятельности – социума. Впервые данный метод был использован для оценки воздействия, оказываемого на окружающую среду ожидаемыми последствиями реализации проектов развития водных ресурсов, контроля качества воды, планов сооружения автомагистралей и др. Для каждого фактора в методе Бателле был разработан индекс качества окружающей среды, ранжированный от 0 до 1 по методу значимой функции.

Каждый фактор (индикатор воздействия) задавался как разность между существующим на момент оценки состоянием окружающей среды и ее состоянием после реализации воздействия. В классификации факторов окружающей среды каждому из них были присвоены относительные веса. Принятый подход позволил использовать количественную оценку или «численное взвешивание» факторов для прогноза уровней воздействия и определить разницу изменений в объектах и компонентах среды при реализации альтернативных вариантов рассматриваемых проектов.

Использование метода Бателле для целей ОВОС предусматривает систематические исследования окружающей среды, предоставляющие достоверную статистическую информацию, и наличие единой методики составления заявлений о предполагаемом воздействии при рассмотрении проектов. Вышеперечисленные требования являются главными составляющими надежности и достоверности метода.

Анализ выполнимости главных требований показывает и недостатки метода. Исходная информация для ОВОС является ретроспективной, а приращение количественных значений весам по некоторым из показателей воздействия носит в достаточной мере субъективный характер, например при прогнозировании социальной реакции различных групп населения.

Метод имитационных моделей

Практика проведения ОВОС имела положительное значение для развития исследований в области охраны окружающей среды и рационального природопользования в конце 70-х гг. XX в. Вышеизложенные методы и подходы процедуры ОВОС для отдельных проектов инициировали подготовку создания банков данных и баз знаний по компонентам и объектам природной среды, а также сведениям о фактических и прогнозируемых воздействиях реализованных и планируемых проектов в различных секторах экономики.

Таким образом, была подготовлена информационная и методическая основа для следующего шага в развитии практики прогнозирования и принятия решений с использованием имитационных моделей.

Достоверность прогноза зависит от правильного выбора и учета всех значимых факторов негативного воздействия и адекватной оценки реакции биосферного компонента – объекта воздействия.

Формально математические модели в значительной мере упрощают реальные процессы. Для реализации их в системе прогнозирования необходимо учитывать многофакторность реальных процессов. Однако оптимизация проводится, как правило, по какому-то одному параметру, остальные задаются в системе ограничений (лимитирующие факторы). В общем виде многопараметрическая оптимизация заключается в проигрывании вариантов, в каждом из которых поочередно в качестве критерия оптимизации принимаются различные значащие факторы.

Сложности процесса моделирования многофакторных систем начинаются с процедуры присвоения (интуитивного или путем измерений) количественных значений качественным показателям (факторам).

Набор частных математических моделей дает возможность подготовить исходную информацию и организовать ее наилучшим образом для решения конкретных задач.

Выполнение прогноза по частным математическим моделям позволяет получить тренды достаточно простых (в пределах возможностей формализации) процессов. Именно эти результаты помогают осуществлять анализ рассматриваемых процессов с точки зрения ранжирования действующих факторов. Понятие «действующий фактор» адекватно параметру, который определяется однозначно, например избыточное внесение удобрений и повышенное содержание биогенных компонентов в поверхностном стоке с полей и в водоемах. В данном случае однозначно устанавливаются значения поверхностного распределения удобрений. Сложна, но принципиально возможна количественная оценка процессов перехода биогенов в почвенные растворы и расхода их на питание растений, почвенных микроорганизмов, а также процессов удаления избыточных количеств удобрений с поверхностным стоком. Описание процесса схематично, однако дает возможность каждый его акт представить в виде функционального блока и сформировать в виде балансовой модели открытого типа. Сложные процессы в отдельных блоках схемы могут быть сглажены путем определения количественных значений входящих и выходящих потоков биогенов.

Информационный банк, включающий частные модели, позволяет значительно сократить время разработки прогноза, так как в арсенале экспертов имеется ретроспективный опыт с набором приемов и решений стандартных задач. Таким образом, создаются необходимые предпосылки для создания специализированных баз знаний с ориентацией на цели ОВОС для конкретной территории или сферы деятельности. Достоинство такого подхода реализуется в создании автоматизированных экспертных систем, которые позволяют проводить ОВОС новых проектов, аналоги которых уже имеются в памяти системы.

Главный недостаток заключается в отсутствии механизма выявления нестандартных проблем, связанных с необходимостью разрешения противоречий при взаимодействии противоположных интересов и предотвращения конфликтных ситуаций. В то же время отмеченный недостаток в какой-то степени может быть устранен, если автоматизированная система строится по адаптивному принципу и функционирует в диалоговом режиме с экспертом (группой экспертов) и разработчиком ОВОС.

Разработка сценариев для сложных комплексных проектов предусматривает введение допущений относительно тех действующих факторов, количественные характеристики которых не поддаются прямому измерению или формализации.

Авторы проекта приводят обоснования принятых допущений, что является главной содержательной стороной процесса подготовки заявления (декларации) о предполагаемом воздействии на окружающую среду нового или реконструируемого объекта. Именно это обоснование является реперной точкой для экспертной группы, осуществляющей процедуру ОВОС. Объективность оценки повышается, если сценарии реализации проекта разбиваются на отдельные поэтапные кадры. Этот прием позволяет провести процедуру детальной ОВОС каждого из них и подготовить агрегированную информацию для общего заключения. В итоге осуществляется поэтапная экспертиза предлагаемых в проекте технических решений по критерию экологической безопасности и дается интегральная оценка будущему объекту как потенциальному источнику воздействия на природную среду и здоровье населения.

Математическое моделирование явилось попыткой преодолеть субъективность и неопределенность в учете как фактора времени, так и отдаленных и вторичных последствий кумулятивного характера. Первоначально эти проблемы пытались решить традиционными методами математического моделирования по аналогии с известными объектами с помощью уже разработанного научного инструментария. Как показала практика, число таких моделей росло, а их практическая значимость оставалась недостаточной.

В качестве альтернативы классическому математическому моделированию возникло так называемое имитационное моделирование, которое сочетало традиционные математические методы с алгоритмизацией по существу всех вышеописанных качественных методов.

Современные имитационные модели основываются на потоковых диаграммах массоэнергообмена с активным использованием (при построении структуры моделей) достижений сетевых методов. Количественные оценки интенсивности потоков позволяют корректно отбраковывать малозначительные связи.

Методы многомерной статистики

Значительные возможности имеет применение методов многомерной статистики: корреляции, регрессии, кластерного и факторного анализов. При сопоставлении данных о загрязнении или изменениях отдельных изучаемых сред (например, биоиндикационных показателей) предпочтительнее использовать ранговые статистические модели, которые не зависят от типа распределения факторов воздействия по частоте встречаемости.

Установление предельно допустимых вредных воздействий на экосистемы предполагает разработку количественных методов оценки устойчивости, что является методически сложной задачей. Расчетные методы определения численных значений этого параметра в настоящее время ограничены. Они могут использоваться при детальном исследовании отдельных компонентов системы применительно к конкретным видам воздействий. В процессе решения этой задачи необходимо количественно охарактеризовать сами действия и обосновать пороговые значения для компонентов геосистемы.

Метод Дельфи

Основная идея этого метода состоит в том, что критика благотворно влияет на эксперта, если она психологически не связана с персональной конфронтацией. Поэтому если проводить оценку альтернатив в несколько туров, сообщая после каждого его полные итоги и сохраняя анонимность участников, то эксперты склонны не только критиковать, но и прислушиваться к критике, относящейся к ним лично.

Устранение психологических трудностей, связанных с персональной критикой, придает самой критике большую деловитость, объективность, она легче воспринимается. Все это приводит к тому, что обычно оказывается достаточно следующих четырех этапов:

- 1) раздача анкет, сбор оценок, их обобщенное представление с указанием разброса мнений;
- 2) сообщение итогов и запрос объяснений причин индивидуального отклонения от средней или медианной оценки первой итерации;
- 3) сообщение всех объяснений и запрос контраргументов на них;
- 4) сообщение возражений и запрос новых оценок альтернатив, если

эксперт пожелает их изменить; нахождение окончательного итога.

Вся работа проводится под руководством отдельной управляющей группы, в которую входят системный аналитик и лицо, принимающее решения; анонимность экспертов сохраняется до конца работы (а пожеланию экспертов – и после ее окончания). Метод Дельфи показал на практике хорошую эффективность.

Вопросы для подготовки к семинару:

1. Раскройте алгоритм исследований воздействия проектируемой хозяйственной деятельности на окружающую среду?
2. Перечислите основные характеристики хозяйственной деятельности, учет которых крайне необходим для составления ОВОС?
3. Перечислите важнейшие параметры природной среды, учет которых крайне необходим для составления ОВОС?
4. Охарактеризуйте пять последовательных видовоценивания экологических последствий от функционирования геотехнических систем и производственных объектов?
5. В чем сущность метода экспертных оценок?
6. Охарактеризуйте метод экстраполяции?
7. Что такое метод географических аналогий?
8. Что представляет из себя метод списков?
9. Раскройте сущность метода матриц?
10. В чем сущность сетевого метода?
11. Охарактеризуйте метод Бателле?
12. Что такое метод имитационных моделей?
13. Что представляют из себя методы многомерной статистики?
14. Раскройте сущность метода Дельфи?
15. В чем сущность метода деловых игр?
16. Охарактеризуйте метод морфологического анализа?
17. Что такое метод сценариев?
18. Что представляет из себя метод синектики?
19. Раскройте сущность метода мозгового штурма?

20. В чем сущность метода системного анализа?
21. Охарактеризуйте картографические методы?
22. Что такое метод совмещенного анализа карт?

Тема 3. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ

Лабораторная №3

Оценка состояния атмосферного воздуха

1.1. Цель и задачи

Цель – закрепление теоретических знаний по курсу «Оценка воздействия на окружающую среду» и получение практических навыков обработки аналитических данных для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Задачи работы:

1. Проработка теоретического материала для получения информации о загрязнителях атмосферы и об источниках их поступления; о критериях оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха.
2. Изучение и расчет показателей оценки загрязненности атмосферного воздуха различными примесями.

Материал по данной теме предлагается для решения в виде задач, составленных на основе реальных данных по объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу урбанизированных территорий России из различных литературных источников.

1.2. Схема выполнения работы

1. Изучить литературные источники для получения информации о методах расчета индекса загрязнения атмосферы.
2. На основе экспериментальных данных об объемах выбросов в атмосферу определить уровень загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных районов.

На первом этапе проводится знакомство с методами расчета индекса загрязнения атмосферы. Агрегированные показатели уровня загрязнения отдельных компонентов окружающей среды разрабатываются в России и зарубежом достаточно давно. На практике такие показатели позволяют выделить объекты, в первую очередь требующие проведения мероприятий по охране атмосферного воздуха.

Наблюдения за состоянием атмосферы ведутся с помощью сети постов, расположенных на территории страны. В течение суток данные (метеопоказатели, а также значения концентрации различных компонентов) регистрируются на постах наблюдения, затем обрабатываются: определяются средние, максимальные и минимальные значения за определённый период (сутки, месяц и т.д.) или на определенной территории (города, района).

В России для оценки степени загрязнения атмосферы средние (максимальные) концентрации веществ нормируются на соответствующую

величину для большого региона или на санитарно-гигиенический норматив – предельно допустимую концентрацию (ПДК).

Нормированные характеристики загрязнения атмосферы иногда называют **index of atmosphere pollution (IAP)** индексом загрязнения атмосферы (ИЗА). Показатель ИЗА может применяться для установления взаимосвязей между изменением состояния атмосферного воздуха и состоянием здоровья населения на исследуемой территории, а также зависимостей между динамикой производства и состоянием атмосферы.

Индекс загрязнения атмосферы можно разделить на две основные группы (Руководство..., 1991):

1. Единичные индексы загрязнения атмосферы одной примесью:

1) *коэффициент* для выражения концентрации примесей в единицах ПДК – значения максимальной или средней концентрации (C_i), приведенные к ПДК:

$$K_i = \frac{C_i}{(ПДК)_i} \quad (1.2.1)$$

2) *повторяемость концентраций примеси* в воздухе выше заданного уровня по посту либо по постам города за год – повторяемость (%) случаев превышения заданного уровня разовым значениям концентрации примеси;

3) *индекс загрязнения атмосферы отдельной примесью* – количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы, учитывающая различия в скорости возрастания степени вредности веществ, приведенной к вредности диоксида серы, по мере увеличения превышения ПДК:

$$I_i = \left(\frac{Q_z}{ПДК_{с.с.}} \right)_i^{c_i} \text{ или } I_i = \left(\frac{\bar{q}_z}{ПДК_{с.с.}} \right)_i^{c_i} \quad (1.2.2)$$

где i – примесь; Q_z – среднегодовая концентрация примеси для города (района) (среднеарифметическое значение среднегодовых концентраций примесей по постам города); $\bar{q}_z$ – среднегодовая концентрация примеси (среднеарифметическое значение разовых или среднесуточных концентраций, измеренных в течение года); $ПДК_{с.с.}$ – среднесуточная ПДК i -го вещества; c_i – константа, принимающая значения 1,7; 1,3; 1,0 и 0,9 соответственно для 1, 2, 3 и 4 классов опасности веществ, позволяющая привести степень вредности i -го вещества к степени вредности диоксида серы.

2. Комплексные показатели загрязнения атмосферы несколькими веществами.

Показатели позволяют получить интегральную оценку состояния атмосферного воздуха, на основе которой возможны сопоставления уровня

загрязненности нескольких населенных пунктов, оценка изменения состояния атмосферы для одного и того же населенного пункта в динамике.

При ранжировании городов и регионов по уровню загрязнения атмосферы для расчета комплексного ИЗА используют значения единичных индексов тех пяти веществ, у которых эти значения наибольшие. В большинстве регионов России к ним относятся оксиды азота, диоксид серы, бенз(а)пирен, озон, формальдегид, фенолы, свинец, пыль и др. Особый вклад в загрязнение вносят взвешенные вещества, которые могут не только представлять собой токсичные соединения, но и адсорбировать на своей поверхности другие токсичные вещества, в т.ч. ксенобиотики, пыли биогенного происхождения, патогенные микроорганизмы, тем самым способствуя вторичному загрязнению атмосферного воздуха.

К комплексным показателям загрязнения атмосферы относятся:

1) *комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА)* – количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы, создаваемого n веществами, присутствующими в атмосфере города:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (1.2.3)$$

где i – примесь; n – количество рассматриваемых примесей; I_i – индекс загрязнения атмосферы отдельной примесью;

2) *комплексный показатель загрязнения атмосферы приоритетными l веществами*, определяющими состояние загрязнения атмосферы в городе:

$$I_l = \sum_{i=1}^l I_i \quad (1.2.4)$$

где l – совокупность приоритетных веществ-загрязнителей, типичных для характера загрязнения атмосферного воздуха города; I_i – индекс загрязнения атмосферы отдельной примесью.

При расчете комплексного показателя загрязнения атмосферы, как правило, используют данные по основным 5-ти веществам, которые вносят максимальный вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории рассматриваемого города.

Таким образом, по значению I_l (при $l=5$) устанавливаются следующие уровни загрязнения атмосферного воздуха города:

- ≤ 5 – ниже среднего;
- 5–8 – примерно равен среднему;
- 8–15 – выше среднего;
- > 15 – значительно выше среднего.

3) в качестве комплексной характеристики состояния атмосферного воздуха используется *индекс загрязнения атмосферы*:

$$ИЗА = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{ПДК_i} \right) \cdot K_i \quad (1.2.5)$$

где C_i – содержание вещества; $ПДК_i$ – предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го вещества; K_i – коэффициент, учитывающий класс опасности вещества.

При этом вещества-загрязнители, находящиеся в составе атмосферного воздуха подразделяются на 4 класса опасности:

- I – чрезвычайно опасные;
- II – высокоопасные;
- III – умеренно опасные;
- IV – малоопасные.

Степень опасности вещества, на основе которой выбирается показатель K_i , стандартизуется по «эталонному» классу опасности. В качестве эталона в методике выбран III класс. Для оценки стандартизированных уровней загрязнения по классам используются следующие уравнения:

- (I) $K_i = 4 \cdot x_1 - 3$
 - (II) $K_i = 1,5 \cdot x_2 - 0,5$
 - (III) $K_i = x_3$
 - (IV) $K_i = 0,75 \cdot x_4 + 0,25$
- (1.2.6)

где $x_1, \dots, x_4$ – значения концентраций загрязнителей (C_i).

Величина ИЗА показывает уровень загрязнения атмосферы:

- < 2,5 – чистая атмосфера;
- 2,5–7,5 – слабо загрязнённая;
- 7,5–12,5 – загрязнённая;
- 12,5–22,5 – сильно загрязнённая;
- 22,5–52,5 – высоко загрязнённая;
- > 52,5 – экстремально загрязнённая.

4) Минздравом СССР разработаны и утверждены инструктивно-методические рекомендации для органов санитарно-эпидемиологических служб (Методические..., 1986). Рекомендации предназначены для гигиенической оценки загрязнения воздуха населенных мест. Сведения, используемые методикой – данные натурных стационарных и маршрутных 20-минутных измерений, осуществляемых службами Госкомгидромета, Минздрава или ведомств.

Фактический уровень загрязненности воздуха населенных мест, согласно рекомендациям, оценивается по 5-балльной шкале. Загрязнение I степени (допустимое загрязнение) является безопасным для здоровья населения; при загрязнении II степени и более негативное влияние на состояние здоровья населения увеличивается.

Результирующее загрязнение атмосферы определяется в соответствии с формулой:

$$P = \sqrt{\sum K_i^2} \quad (1.2.7)$$

где K_i - фактическое среднегодовое загрязнение атмосферы i -м веществом в долях среднесуточного ПДК, приведенное к биологическому эквиваленту 3-го класса опасности.

K_i определяется следующим образом: вначале определяется кратность превышения ПДК i -го вещества по формуле:

$$K_i = \frac{C_i}{(ПДК_{с.с.})_i} \quad (1.2.8)$$

где C_i - содержание вещества; $ПДК_i$ - предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го вещества.

Приведение к 3-му классу опасности может быть проведено по таблицам приложения 1.

Полученное значение показателя P оценивается по таблице 1.2.1.

Таблица 1.2.1

Уровень загрязненности атмосферы в зависимости от величины показателя P и количества элементов-загрязнителей (Методические..., 1986)

Уровень загрязнения воздуха	Число загрязнителей			
	2-3	4-9	10-20	более 20
I - допустимый	2	3	4	5
II - слабый	2,14	3,1-6	4,1-8	5,1-10
III - умеренный	4,1-8	6,1-12	8,1-16	10,1-20
IV - сильный	8,1-16	12,1-24	16,1-32	20,1-40
V - очень сильный	>16	>24	>32	>40

На втором этапе выполнения работы проводится решение задач для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Задача 1. В атмосферном воздухе города А присутствуют загрязнители в концентрациях, представленных в таблице 1.2.2.

Определите:

- превышение концентраций загрязняющих веществ относительно установленных ПДК;
- индекс загрязнения атмосферного воздуха данного населенного пункта;
- уровень загрязнения атмосферы по величине ИЗА.

Таблица 1.2.2

*Средние концентрации загрязняющих веществ
в атмосферном воздухе города А*

Вещество	ПДКс.с., мг/м ³	Класс опасности	Среднее значение концентрации вещества, мг/м ³
Азота диоксид	0,04	2	0,75
Серы диоксид	0,05	3	0,28
Сажа	0,05	3	0,15
Фенол	0,003	2	0,0025
Пыль неорганическая с кремнием до 20%	0,15	3	1

Задача 2. По данным таблицы 1.2.3 для г. Ставрополя необходимо:

- определить концентрации веществ в воздухе;
- рассчитать ИЗА по годам;
- проанализировать изменение уровней загрязнения атмосферы с 2018 по 2022 гг.;
- определить какие вещества вносят наибольший вклад в значение ИЗА.

Таблица 1.2.3

Доли ПДК веществ в атмосферном воздухе г. Ставрополя

Вещество	2018	2019	2020	2021	2022	Класс опасности	ПДКс.с., мг/м ³
Взвешенные вещества	0,76	0,64	0,78	0,74	1,06	3	0,15
Диоксид азота	0,92	0,8	1,03	0,785	0	2	0,04
Бенз(а)пирен	3,81	2,9	1,4	1,15	3,04	1	10 ⁻⁶
Формальдегид	4,23	3,7	3,58	5,22	3,64	2	0,003
Хлорид водорода	0,83	0,8	0,86	0,93	0	2	0,2

Задача 3. По значениям концентраций химических элементов в атмосферном воздухе (таблица 1.2.4) различных территорий рассчитать КИЗА, определить уровень загрязненности воздуха и оценить степень концентрации в атмосферном воздухе элементов различных классов опасности.

Таблица 1.2.4

*Концентрация химических элементов в атмосферном воздухе
различных территорий, мкг/м³ (Геохимия..., 1990)*

Элемент	Южный полюс, 10 ⁻¹	Пригород	Промышленный город	Вблизи мощных источников загрязнения	ПДК _{с.с}	Класс опасности
Al	0,082	0,9	18	-	10	2
V	0,013	0,07	0,17	12	2	1
Cr	0,004	0,009	0,12	-	1,5	1
Mn	0,001	0,06	0,6	100	1	2
Fe	0,062	1,5	24	1000	40	3
Co	0,00005	0,001	0,04	8	1	2
Ni	-	0,06	0,12	7	1	1
Cu	0,003	0,07	1,1	6	2	2
Zn	0,003	0,3	1,7	10	50	3
As	0,003	0,005	0,1	60	0,3	3
Se	0,084	0,001	0,019	10	0,05	1
Br	0,26	0,05	1,3	-	40	2
Cd	0,0015	0,006	0,13	1	0,3	1
Sb	0,00008	0,01	0,4	-	20	3
Hg	-	0,001	0,005	3	0,3	1
Pb	-	0,3	3	9	0,3	1

Задача 4. Сопоставьте уровень загрязнённости атмосферного воздуха в городах Ставропольского края в зависимости от значения результирующего загрязнения атмосферы (*P*) и выделите приоритетные загрязнители, используя данные таблицы 1.2.5. Таблица 1.2.5

Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе промышленных центров Иркутской области, в долях ПДК

Примеси	Будёновск	Георгиевск	Ессентуки	Кисловодск	Минеральные Воды	Невинномысск	Пятигорск	Ставрополь	Класс опасности
Пыль неорганическая	1,00	0,66	1,07	1,33	0,66	2,00	2,00	1,07	3
Оксиды серы	0,28	0,20	0,04	0,40	0,20	0,18	0,28	0,08	3
Оксиды азота	0,75	1,25	0,75	1,38	0,43	0,45	1,43	0,85	2
Cr	0,15	0,30	-	0,18	-	-	0,09	-	1
Mn	10,0	6,0	-	53,00	-	-	14,00	2,00	2
Ni	1,50	0,35	-	0,90	-	-	0,60	0,10	1
Cu	0,10	0,20	-	-	-	-	1,00	0,30	2
Zn	0,40	0,60	-	1,20	-	-	0,40	0,60	3
Pb	0,40	0,63	-	0,77	-	-	0,90	1,00	1
V	0,05	0,16	-	0,10	-	-	0,00	-	1

Задача 5. Определите коэффициент для выражения концентраций примесей в единицах предельно допустимой концентрации в атмосферном воздухе на территории нефтяного месторождения (таблица 1.2.6).

Таблица 1.2.6

Концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территории нефтяного месторождения., мг/м³

Наименование ингредиента	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	Около кустовой площадки		Около дожимной насосной станции		Около подстанции		300 м от факела	150 м от факела
		июнь	июль	июнь	июль	июнь	июль	июнь	июль
Метан	50	7,89	8,6	5,9	9,38	9,35	9,76	10,8	10,2
Оксид углерода	0,4	0,09	0,31	0,23	0,10	0,16	0,07	0,19	0,08
Углеводороды	50	1,42	1,55	1,64	2,16	1,35	1,6	1,54	2,35

1.3. Содержание и оформление отчета

Работа включает следующие разделы:

Введение.

1. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий.

2. Показатели загрязненности атмосферного воздуха.

3. Результаты расчета показателей загрязненности атмосферно воздуха.

Заключение

Лабораторная работа № 4

Расчет потенциального риска здоровью, связанного с химическим загрязнением атмосферного воздуха

ЗАДАЧА 1

В производственном процессе используется растворитель. Загрязненный воздух проходит предварительную очистку и выбрасывается в атмосферу через общую трубу. Труба установлена снаружи здания.

Выбрав соответствующие варианту исходные данные, необходимо:

- определить максимальную концентрацию паров растворителя в приземном слое атмосферы;

- определить опасную скорость ветра, при которой концентрация паров растворителя в приземном слое будет максимальной;
- рассчитать риск возникновения немедленных токсических эффектов и риск возникновения хронических заболеваний для населения, проживающего вблизи предприятия;
- дать рекомендации по уменьшению экологического риска для населения.

Данные для решения задачи приведены в таблице 2.

Таблица 2

Варианты заданий										
Вариант	Тип растворителя	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	Класс опасности	Масса выбрасываемого растворителя, (М) мг/с	Высота трубы, (Н _{тр}) м	Диаметр устья трубы (Д) мм	Вертикальная составляющая скорости выброса из трубы (w _г), м/с	Высота здания (Н _{зд}), м	Длина здания (L _{зд}), м
1	Ацетатный	0,5	0,1	3	120	15,0	250	10	10	30
2	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	100	15,0	300	12	12	36
3	Ацетоноэфирный	0,12	0,04	4	50	16,0	200	11	10	50
4	Эфирноацетоновый	0,07	0,02	4	12	17,0	200	9	12	36
5	Мебельный (по толуолу)	0,09	0,02	3	50	18,0	250	12	12	60
6	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	150	19,0	300	10	15	75
7	Ацетатный	0,5	0,1	3	300	22,0	250	11	15	80
8	Эфирноацетоновый	0,07	0,02	4	50	17,5	200	10	10	90
9	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	105	18,0	250	9	12	60
10	Мебельный (по толуолу)	0,09	0,02	3	48	16,0	300	12	12	60
11	Ацетатный	0,5	0,1	3	95	19,0	220	9	15	46
12	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	80	15,0	300	11	12	37
13	Ацетоноэфирный	0,12	0,04	4	40	18,0	300	11	12	48
14	Эфирноацетоновый	0,07	0,02	4	25	16,0	330	12	11	33
15	Мебельный (по толуолу)	0,09	0,02	3	65	16,0	300	10	10	70
16	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	95	16,5	200	10	11	55
17	Ацетатный	0,5	0,1	3	280	21,0	250	9	12	72
18	Эфирноацетоновый	0,07	0,02	4	20	15,0	300	12	10	30
19	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	110	18,0	250	10	12	48
20	Мебельный (по толуолу)	0,09	0,02	3	35	19,0	320	12	15	45

При решении необходимо использовать методику расчета, изложенную в приложении 1

Рассеивание выбросов в атмосфере

Согласно ОНД-90 «Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» [11], в зависимости от расположения и организации выбросов, источники загрязнения атмосферы подразделяются на: затененные, незатененные, линейные, точечные.

Точечные источники загрязнения сконцентрированы в одном месте (выбросные трубы).

Линейные источники загрязнения имеют значительную протяженность в направлении, перпендикулярном ветру (аэрационные фонари, открытые окна). *Незатененные источники загрязнения* – высокие трубы, расположенные в недеформированном потоке ветра, выбросы загрязняющих веществ удаляются на высоту $H_{\text{тр}} > 2,5 H_{\text{зд}}$.

Затененные источники загрязнения – выбросы удаляются на высоту $H_{\text{тр}} \leq 2,5 H_{\text{зд}}$ и попадают в аэродинамическую зону ($H_{\text{тр}}$ - высота трубы, $H_{\text{зд}}$ - высота здания).

Затененные источники выброса.

1. Максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое на заводской площадке при выбросе загрязняющих веществ через низкие трубы находится по формуле:

$$C_m = \frac{0,530 \cdot M \cdot \varphi \cdot E \cdot k_{\alpha T}}{D \cdot w_r \cdot H_{\text{зд}}}, [\text{мг} / \text{м}^3] \quad (1)$$

где: M - масса вредного выбрасываемого вещества в атмосферу в единицу времени мг/с;

φ – коэффициент скорости, учитывающий поле скоростей над зданием (табл.П.1.1);

$k_{\alpha T}$ – коэффициент, учитывающий максимальное изменение концентраций в зависимости от отношения длины здания ($L_{\text{зд}}$) к высоте здания ($H_{\text{зд}}$), (табл.П.1.2);

E – безразмерный коэффициент, зависящий от относительного коэффициента $\bar{h}$ (табл.П.1.1);

D – диаметр устья трубы, м;

w_r - вертикальная составляющая скорости выброса загрязненного воздуха из трубы, м/с;

$\bar{h}$ - относительный коэффициент:

$$\bar{h} = \frac{H_{mp.} - H_{зд.}}{H_{зд.}} \quad (2)$$

Таблица П.1.1 Зависимость коэффициента φ и E от $\bar{h}$

$\bar{h}$	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,2
φ	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,4
E	1,11	0,83	0,59	0,4	0,26	0,18

Таблица П.1.2 Зависимость коэффициента k_{aT} от $L_{зд.}$ и $H_{зд.}$

$L_{зд.}/H_{зд.}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k_{aT}	1,2	1,3	1,15	1,0	0,8	0,65	0,5	0,35	0,28	0,23

2. Опасная скорость ветра при затененных источниках выброса (v_m), м/с:

$$v_m = 1,5 \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{H_{зд.}}}, \text{ м/с} \quad (3)$$

где: Q – объем газо-воздушной смеси, выбрасываемой из труб, $\text{м}^3/\text{с}$

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_r, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4)$$

3. Оценка риска здоровья населения при загрязнении атмосферы. Рекомендации по уменьшению риска.

1. Оценка риска возникновения немедленных токсических эффектов проводится по методике, описанной в [4]

Вероятность токсического воздействия вредного вещества на человека ($Prob$) в соответствии с классом опасности определяется по следующим уравнениям:

$$\text{1-й класс} \quad Prob = -9,15 + 11,66 \lg(C/\text{ПДК}_{м.р}) \quad (5)$$

$$\text{2-й класс} \quad Prob = -5,51 + 7,49 \lg(C/\text{ПДК}_{м.р}) \quad (6)$$

$$\text{3-й класс} \quad Prob = -2,35 + 3,73 \lg(C/\text{ПДК}_{м.р}) \quad (7)$$

$$\text{4-й класс} \quad Prob = -1,41 + 2,33 \lg(C/\text{ПДК}_{м.р}) \quad (8)$$

где: C – средняя концентрация вещества в атмосферном воздухе населенных мест за оценочный период, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Перевод $Prob$ в $Risk$ осуществляется по табл. П.1.3

Таблица П.1.3 Таблица нормального вероятностного распределения

<i>Prob</i>	<i>Risk</i>	<i>Prob</i>	<i>Risk</i>	<i>Prob</i>	<i>Risk</i>	<i>Prob</i>	<i>Risk</i>
–3,0	0,001	–1,1	0,136	0,0	0,50	1,1	0,864
–2,5	0,006	–1,0	0,157	0,1	0,540	1,2	0,885
–2,0	0,023	–0,9	0,184	0,2	0,579	1,3	0,903
–1,9	0,029	–0,8	0,212	0,3	0,618	1,4	0,919
–1,8	0,036	–0,7	0,242	0,4	0,655	1,5	0,933
–1,7	0,045	–0,6	0,274	0,5	0,692	1,6	0,945
–1,6	0,055	–0,5	0,309	0,6	0,726	1,7	0,955
–1,5	0,067	–0,4	0,345	0,7	0,758	1,8	0,964
–1,4	0,081	–0,3	0,382	0,8	0,788	1,9	0,971
–1,3	0,097	–0,2	0,421	0,9	0,816	2,0	0,977
–1,2	0,115	–0,1	0,460	1,0	0,841	2,5	0,994
						3,0	0,999

Для расчета эффектов, связанных с длительным (хроническим) воздействием вредных веществ, используется информация об их среднегодовых концентрациях.

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе рассчитываются по данным «Ежегодников о состоянии загрязнения воздуха городов и промышленных центров» за несколько лет, но не менее чем за два года.

В случае отсутствия данных о среднегодовых концентрациях согласно методике, описанной в литературе [10], обычно принимают значение среднегодовой концентрации на один порядок меньше максимальной разовой.

$$C_{\Gamma} = 0,1 * C_{\text{м.р.}} \quad (9)$$

Согласно методике, приведенной в литературе [10], для расчета вероятного времени наступления токсических эффектов можно воспользоваться уравнением, основанном на принятой в нашей стране системе регламентирования химических веществ в воздухе населенных мест:

$$\lg T = \lg T_0 + \lg \left(\frac{C}{\text{ПДК}_r} \right)^b, \quad (10)$$

где T — вероятное время наступления токсического эффекта;

T_0 — расчетное время гарантированного ($p < 0,05$) отсутствия токсического эффекта, на которое разрабатывается норматив (25 лет);

$\text{ПДК}_r = 0,2 \cdot \text{ПДК}_{с.с.}$ — гигиенический регламент;

b — коэффициент изодозности, учитывающий особенности токсических свойств вещества (определяется в соответствии с классом опасности вещества).

Рекомендуемые значения коэффициента b на расчетный срок (25 лет), в зависимости от класса опасности, позволяет предложить следующие его значения для использования в уравнении (10):

1-й класс — 2,40;

2 класс — 1,31;

3 класс — 1,00;

4 класс — 0,86.

Независимо от класса опасности **при концентрации меньше ПДК**, коэффициент **$b=1,00$** .

Пример решения задачи 1

Дано: В производственном процессе используется растворитель. Загрязненный воздух проходит предварительную очистку и выбрасывается в атмосферу через общую трубу. Труба установлена снаружи здания.

ДАНО:

1. Тип растворителя – мебельный (по толуолу);
2. $\text{ПДК}_{м.р.} = 0,09 \text{ мг/м}^3$;
3. $\text{ПДК}_{с.с.} = 0,02 \text{ мг/м}^3$;
4. Класс опасности растворителя – 3-й;
5. Масса выбрасываемого растворителя (M) – 30 мг/с;
6. Высота трубы ($H_{тр}$) – 23,0 м;
7. Диаметр устья трубы (D) – 200 мм;
8. Вертикальная составляющая скорости выброса паров растворителя из устья трубы – 12 м/с;
9. Высота здания ($H_{зд.}$) – 15 м;
10. Длина здания (L) – 45 м.

ТРЕБУЕТСЯ ОПРЕДЕЛИТЬ:

1. Максимальную концентрацию паров растворителя в приземном слое атмосферы (C_m).

2. Опасную скорость ветра (V_m), при которой концентрация паров растворителя в приземном слое будет максимальной.

3. Риск возникновения немедленных токсических эффектов и риск возникновения хронических заболеваний для населения, проживающего вблизи предприятия.

4. Дать рекомендации по уменьшению экологического риска для населения.

Решение

По условию задачи выбросы из источника загрязнения можно отнести к **затененным** (выбросы удаляются на высоту $H_{тр} \leq 2,5 H_{зд}$ и попадают в аэродинамическую зону).

1. Максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое на заводской площадке при выбросе загрязняющих веществ через низкие трубы находится по формуле (1) прил.1:

$$C_m = \frac{0,530 \cdot M \cdot \varphi \cdot E \cdot k_{ат}}{D \cdot w_r \cdot H_{зд}}, [мг / м^3]$$

$\bar{h}$ - относительный коэффициент, который можно рассчитать по зависимости (2) прил.1:

$$\bar{h} = \frac{H_{тр.} - H_{зд.}}{H_{зд.}} = \frac{23 - 15}{15} \approx 0,5$$

$$C_m = \frac{0,530 \cdot 30 \cdot 1,1 \cdot 0,59 \cdot 1,15}{0,2 \cdot 12 \cdot 15} = 0,329 \text{ мг} / \text{м}^3$$

2. Опасная скорость ветра при затененных источниках выброса (v_m) определяется по формулам (3) и (4) прил.1:

$$v_m = 1,5 \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{H_{зд.}}} = 1,5 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,38}{15}} \approx 0,5 \cdot м / с$$

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_r = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} \cdot 12 = 0,38, м^3 / с$$

3. Оценка риска возникновения немедленных токсических эффектов.

Вероятность токсического воздействия вещества 3 класса опасности определяется по уравнению (7) прил.1:

$$Prob = -2,35 + 3,73 \lg(C / ПДК_{м.р})$$

$$Prob = -2,35 + 3,73 \lg(0,329 / 0,09) = -0,25$$

Перевод *Prob* в *Risk* может быть осуществлен по табл. П.1.3.

Т.к. в таблице нет искомого значения *Prob* применим метод интерполяции ближайшие значения *Prob* -0,2 и -0,3 для них *Risk*=0,421 и 0,382 соответственно. Следовательно значение искомого риска составит

$$Risk = 0,382 - \frac{0,421 - 0,382}{-0,2 - (-0,3)} \cdot (-0,25 - (-0,3)) = 0,402$$

Для расчета вероятного времени наступления токсических эффектов от накопленной суммарной дозы при оценке кратности превышения ПДК_г воспользуемся уравнением (10) прил.1:

$$\lg T = \lg T_0 - \lg \left(\frac{C_z}{ПДК_g} \right)^b,$$

$$\lg T = \lg 25 - \lg (0,0329/0,004)^{1,0} = 1,40 - 0,92 = 0,48$$

$$T = 10^{0,48} \approx 3 \text{ года}$$

где *T* — вероятное время наступления токсического эффекта;

*T*₀ =25 лет — расчетное время гарантированного (*p* < 0,05) отсутствия токсического эффекта, на которое разрабатывается норматив;

*C*_z — осредненная концентрация вещества в атмосферном воздухе населенных мест за оцениваемый период принимается равной *C*_z=0,1См;

$$C_z = 0,1 * 0,329 = 0,0329 \text{ мг/м}^3$$

ПДК_г = 0,2*ПДК_{с.с.}=0,2*0,02=0,004 мг/м³ — гигиенический регламент;

b=1,0 — коэффициент изоэффективности для веществ 3 класса опасности.

4. В рассматриваемой ситуации экологический риск неоправданно высок, так как у населения присутствует риск возникновения немедленных токсических эффектов и время наступления хронического токсического эффекта значительно меньше 25 лет. Необходимо принять меры по улучшению экологической ситуации.

Рекомендации: установить дополнительную систему очистки; модернизировать производство с тем, чтобы уменьшить массу выбрасываемого вещества, Все эти мероприятия потребуют достаточно больших инвестиций в производство, однако в данном случае приоритетным является здоровье населения.

Тема 4. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

Лабораторная работа № 6

Расчет предельно-допустимых сбросов в водоемы

Предельно-допустимый сброс (ПДС) – масса вредного вещества (г/с, т/год), в сточных водах максимально-допустимая для обеспечения нормативного качества воды в контрольной точке.

1. ПДС рассчитывается для отдельного выпуска в реку по всем сбрасываемым веществам:

$$ПДС = q \cdot C_{ПДС} ,$$

где q – максимальное сбрасываемое количество сточных вод, $м^3/с$;

$C_{ПДС}$ – предельно-допустимая концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, $г/м^3$.

2. Допустимая концентрация загрязняющего вещества рассчитывается по формуле:

$$C_{ПДС} = n \cdot (C_{ПДС} - C_{\phi}) + C_{\phi} ,$$

где n – кратность разбавления стоков;

C_{ϕ} – фоновая концентрация вредного вещества выше водостока, $г/м^3$.

3. Кратность разбавления определяется по формуле:

$$n = \frac{q + y \cdot Q_{реки}}{q} ,$$

где $Q_{реки}$ – расход воды в реке, $м^3/с$;

y – коэффициент смешения – доля речного расхода, который смешивается со сточными водами

4. Коэффициент смешения определяется выражением:

$$y = \frac{1 - E}{1 + E} \cdot \left(\frac{Q_{реки}}{q} \right) ,$$

где $E = \exp \left(-\alpha \cdot I^{\frac{1}{3}} \right)$;

I – расстояние по фарватору от точки выпуск до точки створа, $м$; для рыбохозяйственных рек $I = 500 м$;

α – параметр учета гидравлических условий речного течения, который оценивается по формуле:

$$\alpha = \varphi \cdot \zeta \cdot \left(D^{\frac{1}{3}} \right) \cdot \left(q^{-\frac{1}{3}} \right) ,$$

где φ – коэффициент извилистости реки (определяется как отношение длины пути по фарватеру к расстоянию по прямой от выпуска до контрольного створа), для рыбохозяйственных рек $\varphi = 1$;

D – параметр учета турбулентной диффузии в воде, $\text{м}^2/\text{с}$

5. Для равнинной реки:

$$D = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200},$$

где $V_{\text{ср}}$ – скорость течения, $\text{м}/\text{с}$;

$H_{\text{ср}}$ – средняя глубина в районе выпуска, м .

Исходные данные вариантов представлены в табл. 3

Пример расчета ПДС в водоемы

Задание : определить количество сбрасываемых вредных веществ в реку от отделочной фабрики. Время работы составляет 4000 часов в год. Требуется ли для фабрики очистные сооружения? Сброс воды производится в реку рыбохозяйственной категории водопользования. Максимальное сбрасывается количество сточных вод $0,01 \text{ м}^3/\text{с}$, содержащих карбонат натрия концентрации ($C_{\text{карб.натр.}}$) $900 \text{ г}/\text{м}^3$ и аммиак ($C_{\text{ам}}$) $20 \text{ г}/\text{м}^3$, расход воды в реке $8 \text{ м}^3/\text{с}$, скорость течения $0,5 \text{ м}/\text{с}$, средняя глубина в районе выпуска – $1,5 \text{ м}$. Фоновая концентрация по карбонату натрия в районе выпуска $C_{\text{ф}}$ равна $0,3$ ПДК, по аммиаку – $0,1$ ПДК. ПДК вредных веществ и классы их опасности представлены в табл.4.

1. По табл.4 определяется предельно-допустимые концентрации аммиака и карбоната натрия:

$$C_{\text{ПДК}_{\text{ам}}} = 2 \text{ г}/\text{м}^3,$$

$$C_{\text{ПДК}_{\text{карб.натр.}}} = 200 \text{ г}/\text{м}^3.$$

2. Определение годового расхода сливаемой воды:

$$Q_{\text{год}} = 3600 \cdot t \cdot q = 3600 \cdot 4000 \cdot 0,01 = 144000 \text{ м}^3/\text{год},$$

где t – время работы в год, час;

q – расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$

3. Определение годового (валового) количества карбоната натрия и аммиака в воде:

$$G_{\text{год}_{\text{карб.натр.}}} = Q_{\text{год}} \cdot C_{\text{карб.натр.}} \cdot 0,000001 = 144000 \cdot 900 \cdot 0,000001 = 129,6 \text{ т}/\text{год}$$

$$G_{\text{зод.ам.}} = Q_{\text{зод}} \cdot C_{\text{ам.}} \cdot 0,000001 = 144000 \cdot 20 \cdot 0,000001 = 2,88 \text{ т / зод}$$

4. ПДС рассчитывается для отдельного выпуска в реку и для каждого вещества, присутствующего в воде. Определим предельно допустимый сброс отдельно для аммиака и для карбоната натрия по методике, приведенной выше. Определение параметра учета турбулентной диффузии в воде, $\text{м}^2 / \text{с}$. Для равнинной реки:

$$D = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200} = \frac{0,5 \cdot 1,5}{200} = 0,00375 \text{ м}^2 / \text{с}$$

5. Параметр учета гидравлических условий речного течения оценивается по формуле:

$$\alpha = \varphi \cdot \zeta \cdot \left(D^{\frac{1}{3}} \right) \cdot \left(q^{-\frac{1}{3}} \right) = 1 \cdot 1 \cdot \left(0,00375^{\frac{1}{3}} \right) \cdot \left(0,01^{-\frac{1}{3}} \right) = 0,0745$$

$$E = E = \exp \left(-\alpha \cdot I^{\frac{1}{3}} \right) = \exp \left(-0,0745 \cdot 500^{\frac{1}{3}} \right) = 0,56$$

6. Коэффициент смешения:

$$y = \frac{1-E}{1+E} \cdot \left(\frac{Q_{\text{реки}}}{q} \right) = \frac{1-0,56}{1+0,56} \cdot \left(\frac{8}{0,01} \right) = 0,00098$$

7. Кратность разбавления определяется по формуле:

$$n = q + y \cdot \frac{Q_{\text{реки}}}{q} = 0,01 + 0,00098 \cdot \frac{8}{0,01} = 1,78$$

8. Предельно-допустимые сбросы аммиака и карбоната натрия ($\text{ПДС}_{\text{ам.}}$, $\text{ПДС}_{\text{карб.натр.}}$):

$$C_{\text{ПДС.ам.}} = n \cdot (C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}} = 1,78 \cdot (2 - 0,2) + 0,2 = 3,4 \text{ г / м}^3$$

$$\text{ПДС}_{\text{ам.}} = q \cdot C_{\text{ПДС.ам.}} = 0,01 \cdot 3,4 = 0,034 \text{ г / с}$$

$$C_{\text{ПДС.карб.натр.}} = 1,78 \cdot (200 - 60) + 200 + 448,3 \text{ г / м}^3$$

$$\text{ПДС}_{\text{карб.натр.}} = q \cdot C_{\text{ПДС.карб.натр.}} = 0,01 \cdot 448,3 = 4,483 \text{ г / с}$$

9. Фактические сбросы:

$$G_{\text{сек.ам.}} = q \cdot C_{\text{ам.}} = 0,01 \cdot 20 = 0,2 \text{ г / с}$$

$$G_{\text{сек.карб.натр.}} = q \cdot C_{\text{карб.натр.}} = 0,01 \cdot 200 = 2 \text{ г / с}$$

10. Фактический сброс аммиака превышает предельно допустимый, следовательно, необходимо очистить воду от аммиака. Требуемая эффективность очистки составит:

$$\eta = \frac{(G_{\text{сек}} - \text{ПДС})}{G_{\text{сек}}} = \frac{(0,2 - 0,034)}{0,2} = 0,7.$$

Таблица 3

Исходные данные задачи практического занятия №2

№ п/п	Параметры	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Время работы фабрики, ч/год	4000	6000	5000	3500	7000	4500	6500	7500	3000	5500
2	Максимальное количество сбрасываемых вод, м ³ /с	0,01	0,04	0,06	0,08	0,03	0,02	0,11	0,22	0,01	0,02
3	Вредные вещества в водном сбросе, г/м ³ : - аммиак - карбонат натрия - медь - взвешенные вещества - акриламид - нитрат-ионы - нитрит-ионы - растворенный кислород - сероуглерод	20 900 - - - - - - - - -	- - 30 400	40 600 - 200	- 800 40 150	- 700 - 700	80 - - 900	- 500 60 300	10 400 - 200	- - - 40 - - - 140 -	- - - - - - 150 70 -
4	Расход воды в реке, м ³ /с	8	10	12	6	10	6	7	8	5	6
5	Скорость течения, м/с	0,5	0,2	0,6	0,4	0,8	0,7	0,5	0,3	0,6	0,7
6	Глубина в районе	1,5	2,0	2,5	1,5	2,0	3,0	1,5	2,0	2,5	2,0

[illegible]

Таблица 4

Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в воде

Вещество	ПДК, мг/л
Акриламид	0,01
Аммиак	0,5
Взвешенные вещества	0,25
Карбонат натрия	200
Медь	1,0
Нитрат-ионы	10,0
Нитрит-ионы	1,0
Растворенный кислород	Не менее 4
Сероуглерод	1,0

Лабораторная работа № 7 Оценка качества водных объектов

. Цель и задачи

Цель – закрепление теоретических знаний по курсу «Оценка воздействия на окружающую среду» и получение практических навыков обработки аналитических данных для оценки уровня загрязнения водных объектов.

Задачи работы:

1. Проработка теоретического материала об источниках загрязнения водных объектов и видов загрязняющих веществ; критериях оценки качества водных объектов.

2. Изучение методов расчета показателей оценки качества воды и загрязненности донных отложений.

Материал по данной теме предлагается для решения в виде задач, составленных на основе реальных данных по объемам сбросов загрязняющих веществ в водные объекты России из различных литературных источников, а также результатов исследований кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ.

. Схема выполнения работы

1. Изучить литературные источники для получения информации о методах расчета показателей качества водных объектов.

2. На основе экспериментальных данных о содержании загрязняющих веществ в водных объектах определить уровень загрязнения поверхностных вод и донных отложений.

Понятие качества воды включает совокупность показателей ее состава и свойств, определяющих пригодность для конкретных видов водопользования. Оценка качества производится по таким параметрам, как содержание

взвешенных веществ и плавающих примесей, температура, окраска, запахи и привкусы, величина рН, БПК, ХПК, содержание растворенного кислорода, содержание химических веществ и микроорганизмов.

Чаще всего оценки качества воды основаны на сопоставлении фактических значений с нормативными и относятся к единичным. Однако отдельные данные не дают представлений о суммарном загрязнении водных объектов и не позволяют однозначно относить степень качества к той или иной категории. В этом случае используют числовые характеристики качества воды по ряду основных показателей и видам водопользования. Эти характеристики называются **индексами загрязнения воды (ИЗВ)** и широко применяются в практике оценки качества вод. Наибольшее распространение получил метод оценки качества вод, разработанный в Гидрохимическом институте (г. Ростов-на-Дону). Достоинство метода состоит в том, что наряду с возможностью проведения оценок по комплексу показателей загрязняющих веществ он позволяет учитывать частоты их нормативных превышений.

При использовании данного метода, сперва для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышений ПДК (K_i) и повторяемости случаев превышения H_i , а также общий оценочный балл B_i :

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i}; \quad H_i = \frac{N_{ПДК_i}}{N_i} \times 100\%; \quad B_i = K_i \cdot H_i \quad (5.1)$$

где C_i - концентрация в воде i -го ингредиента;

$ПДК_i$ – нормативное значение концентрации ингредиента i -го ингредиента для водоемов рыбохозяйственного назначения;

$N_{ПДК_i}$ – число случаев превышения ПДК по i -му ингредиенту;

N_i – общее число измерений i -го ингредиента.

Вещества, для которых величина общего оценочного балла (B_i) больше или равна 11, выделяются как **лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ)**.

Комбинаторный индекс загрязненности (КИЗ) рассчитывается как сумма общих оценочных баллов ($\sum_{i=1}^N B_i$) всех учитываемых ингредиентов.

По величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается принадлежность к тому или иному классу загрязненности воды (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Классификация загрязненности воды водных объектов

Величина комбинаторного	Класс загрязненности воды				
	I	II	III	IV	V

индекса загрязненности воды	условно чистая	слабозагряз- ненная	загрязненная	грязная	очень грязная
Отсутствие ЛПЗ	<1	1-2	2,1-4,0	4,1-10	>10,0
1 ЛПЗ	<0,9	0,9-1,8	1,9-3,6	3,7-9,0	>9,0
2 ЛПЗ	<0,8	0,8-1,6	1,7-3,2	3,3-8,0	>8,0
3 ЛПЗ	<0,7	0,7-1,4	1,5-2,8	2,9-7,0	>7,0
4 ЛПЗ	<0,6	0,6-1,2	1,3-2,4	2,5-6,0	>6,0
5 ЛПЗ	0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5,0

Для сравнительной оценки загрязнения водной среды используются различные индексы, которые позволяют учесть присутствие нескольких загрязняющих веществ.

К категории наиболее часто используемых показателей для оценки качества водных объектов относят комплексный гидрохимический *индекс загрязнения воды (ИЗВ)*.

Индекс загрязнения воды, как правило, рассчитывается по шести-семи показателям, которые можно считать гидрохимическими; часть из них (концентрация растворенного кислорода, водородный показатель рН, биологическое потребление кислорода – БПК₅) является обязательной.

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^T \left(\frac{C_i / ПДК_i}{N} \right) \quad (5.2)$$

где C_i – концентрация i -го компонента (в ряде случаев – значение параметра);

$ПДК_i$ – установленная нормативная величина для i -го компонента соответствующего типа водного объекта;

N – число показателей, используемых для расчета индекса;

В зависимости от величины *ИЗВ* участки водных объектов подразделяют на классы (табл. 5.2).

Индексы загрязнения воды сравнивают для водных объектов одной биогеохимической провинции и сходного типа, для одного и того же водотока (по течению, во времени, и т.д.).

Таблица 5.2

*Классы качества вод в зависимости от значения
индекса загрязнения воды*

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	1
Чистые	0,2-1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0-2,0	3

Загрязненные	2,0-4,0	4
Грязные	4,0-6,0	5
Очень грязные	6,0-10,0	6
Чрезвычайно грязные	>10,0	7

Помимо приведенных выше способов нормирования качества водных объектов по гидрохимическим показателям существует и другой подход, основанный на применении биоиндикационных методов исследования. При этом, анализируются присутствие и численность организмов определенных видов, обитающих в исследуемой среде, в качестве показателей естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. В России для оценки качества воды на основе гидробиологических показателей наибольшее применение нашел так называемый *индекс сапробности водных объектов (S)*, а также индексы Вудивисса и Майера.

Индекс сапробности относится к интегральным характеристикам состояния водоемов и рассчитывается, исходя из индивидуальных характеристик сапробности видов, представленных в различных водных сообществах (фитопланктоне, перифитоне). По результатам расчетов в соответствии с численным значением **S** нормируется качество воды.

Следует отметить, что сами по себе интегральные показатели еще не характеризуют уровень антропогенной нагрузки. Высокие значения **ИЗВ** могут быть обусловлены также и природными особенностями водосбора, например, наличием подзолистых почв и торфяников, которые обуславливают высокое содержание в воде органических веществ, а также высокое природное содержание меди, железа, марганца и низкие значения концентрации растворенного кислорода. В данном случае даже реки с весьма незначительной антропогенной нагрузкой будут отнесены к категориям по индексам загрязнения воды «чрезвычайно грязные» и «грязные». Таким образом, оценку состояния водоема необходимо осуществлять с привязкой к естественному историческому фону.

При оценке качества водных объектов следует также учитывать состояние *донных отложений*.

В связи с отсутствием нормативов для *донных отложений* при комплексной оценке загрязненности вод и донных отложений используют показатели превышения концентрации элементов относительно фона ($C_{\phi i}$) или коэффициенты концентрации **K_c**:

$$K_c = C_i / C_{\phi i} \quad (5.3)$$

где C_i – концентрация i-го компонента в донных отложениях.

В связи с тем что загрязнение вод и донных отложений происходит несколькими элементами, для них рассчитывается **суммарный показатель загрязнения (Z_c)**, отражающий эффект воздействия группы элементов:

$$Z_c = \sum K_c - (n-1) \quad (5.4)$$

где n – число учитываемых в расчете элементов.

Далее по значению показателю Z_c и превышению нормативов химического состава воды в расчетном пункте по отношению к фону производится отнесение воды и донных отложений к одному из уровней загрязненности (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Ориентировочная шкала оценки загрязненности водных систем
(Геохимия..., 1990)

Уровень загрязненности	Z_c токсичных элементов в донных отложениях	Содержание токсичных элементов в воде
Слабый	10	Слабо повышенное относительно фона
Средний	10-30	Повышенное относительно фона, эпизодическое превышение ПДК
Сильный	30-100	Во много раз выше фона, стабильное превышение отдельными элементами уровней ПДК
Очень сильный	>100	Практически постоянное присутствие многих элементов в концентрациях выше ПДК

В целях определения степени загрязнения донных отложений тяжелыми металлами в Германии и др. странах используют *игео-классы*, или *индексы геоаккумуляции*, по Г. Мюллеру (табл. 5.4), которые определяются на основании уравнения:

$$I - geo_n = \lg 2 \left(\frac{C_n}{1,5B_n} \right) \quad (5.5)$$

где C_n – измеренная концентрация элемента n в донных отложениях (наиболее часто используют фракции менее 0,02 мм, как обладающие наибольшей сорбционной емкостью);

B_n – фоновая концентрация элемента n , определяется по данным специальных исследований с учетом региональных особенностей рассеивания элемента;

1,5 – коэффициент учета вариаций природных концентраций элемента.

Данный показатель является основанием для отнесения донных отложений рек к одному из классов качества (табл. 2.2.5). Эта классификация может быть использована для картографирования донных отложений по каждому из тяжелых металлов, что, в свою очередь, дает возможность оценить техногенную

нагрузку на речные экосистемы и выявить неблагоприятные в экологическом отношении участки рек.

Таблица 5.4

*Значения концентраций основных тяжелых металлов по игео-классам
(по Г. Мюллеру)*

Элемент	Фон элемента, мкг/кг	Классы геоаккумуляции (игео-классы)						
		0	1	2	3	4	5	6
Fe	4,72	7,08	14,16	28,32	56,64	>56,64		
Mn	850	1275	2550	5100	10200	20400	40800	>81600
Cd	0,3	0,45	0,90	1,8	3,6	7,2	14,4	>28,8
Zn	95	142,5	285	570	1140	2280	45600	>9120
Pb	20	30	60	120	240	480	960	>1920
Cu	42	67,5	135	270	540	1080	2160	>4320
Ni	68	102	204	408	816	1632	3264	>6528
Co	19	28,5	57	114	228	456	912	>1824
Cr	90	135	270	540	1080	2160	4320	>8640
As	13	19,5	39	78	156	312	624	>1248
Hg	0,4	0,6	1,2	2,4	4,8	9,6	19,2	>38,4

Таблица 5.5

Характеристика уровней загрязнения донных отложений по игео-классам и техногенной нагрузке на водные экосистемы (по Г. Мюллеру)

Игео-класс	Уровень загрязнения тяжелыми металлами	Техногенная нагрузка на водные экосистемы	Экологические зоны водных экосистем; классы состояния донных осадков
0	Незагрязненный	Слабая (малоопасная)	Зоны нормы; класс удовлетворительного (благоприятного) состояния
1	Незагрязненный до умеренно загрязненного		
2	Умеренно загрязненный	Умеренная (умеренно опасная)	Зона риска; класс неблагоприятного состояния
3	Среднезагрязненный		
4	Сильно загрязненный	Сильная (опасная)	Зона кризиса; класс весьма неблагоприятного состояния
5	Сильно загрязненный (до чрезмерно загрязненного)		
6	Чрезмерно загрязненный	Чрезмерная (чрезвычайно опасная)	Зона бедствия; класс катастрофического состояния

Задача 1. Используя оценки качества воды на основании таблицы 5.6 рассчитать лимитирующие показатели загрязненности, комбинаторный индекс и индекс загрязнения воды. С помощью полученных интегральных оценок отнести

полученные результаты к одному из классов загрязненности (качества) воды. Для взвесей в знаменателе приведены значения в фоновом створе.

Задача 2. Используя приведенные данные в таблице 5.7 о содержаниях химических элементов в воде, определите степень загрязненности рек.

Таблица 5.7

Среднемноголетние содержания химических элементов в реках СНГ, мкг/л
(Справочник..., 1996)

Река	Cu	Zn	V	Mn	Ni	Mo
Северная Двина	5,8	22	1,3	15	3,9	1,2
Печора	2,7	19	0,4	12	3,6	0,4
Нева	8,8	39	0,0	2,1	0,0	0,0
Днепр	3,6	12	1,9	14	3,5	1,2
Дон	4,3	22	5,5	8,3	3,9	3,9
Дунай	5,9	24	30	28	2,2	-
Волга	5,1	46	2,3	7,4	3,5	1,2
Урал	3,8	25	2,5	7,5	3,8	1,2
Обь	5,0	19	0,5	9,0	3,0	0,6
Енисей	4,0	13	1,0	6,0	3,0	1,0
Хатанга	4,0	23	1,0	6,0	2,0	0,6
Лена	2,0	13	0,6	7,0	2,0	0,8
Индиگیرка	5,0	15	0,4	14	2,1	0,8
Колыма	2,0	26	2,9	4,0	6,0	0,0
Кубань	3,8	15	2,0	3,8	2,8	1,9
Амур	6,0	18	1,0	15	2,0	2,0
Риони	4,7	16	3,1	14	2,3	3,1
Кура	6,1	6,9	5,3	7,6	3,8	7,6
Сырдарья	3,9	3,9	3,1	6,2	3,9	9,4
Амударья	1,0	7,6	3,0	5,0	3,0	4,0
Фон	0,1	12	1,0	20	0,5	1,0
Базовые уровни в незагрязненных пресных водах	3-13	5-300	0,3-1,9	2-14	1,1-3,0	0,3-2,6
Среднее содержание химических элементов в питьевой воде	7,0	20	1	10	2,5	1,0
ПДК _{р.х}	10,0	10,0	1,0	10,0	10,0	1,2

Таблица 5.6

Характеристика загрязненности поверхностных вод в 1999 г. на территории Московской области
(по данным Москомгидромета)

Река	Пункт наблюдения	Показатели, мг/л											
		O ₂	БПК ₅	Взвешенные вещества	Фенолы	Нефтепродукты	Азот аммонийный	Азот нитритный	Азот нитратный	Фосфаты	Cu	Fe	Минерализация
Лама	Егорье	7,33	7,12	88,5/ 47,0	0,007	0,44	4,4	0,14	0,41	0,15	0,023	0,83	446,9
Дубна	Вербилки	8,53	6,27	70,0	0,029	0,51	2,3	0,11	1,20	0,48	0,024	0,60	453,9
Кунья	Красно-заводск	8,96	4,39	91,0/ 49,4	0,005	0,56	1,4	0,206	1,00	0,295	0,020	0,81	410,9
Сестра	Трехсвятское	8,04	5,04	66,5/ 37,3	0,009	0,32	4,0	0,216	0,47	0,13	0,018	-	430
Ока	Серпухов	8,22	6,47	11/ 47,0	0,010	0,90	3,4	0,15	4,91	0,51	0,083	-	423,6
Ока	Кашира	7,84	6,20	96/ 46,4	0,008	0,41	2,6	0,087	0,47	-	0,028	-	422,1
Москва	д. Барсуки	8,46	11,8	102/ 52,5	0,012	0,41	3,7	0,039	1,09	0,18	0,027	-	620,8
Москва	г. Москва	6,43	9,61	291,5/ 46,5	0,021	0,95	3,5	0,165	2,01	0,432	0,039	3,50	517,8
ПДКр.х.		Не менее 4 зимой, не менее 6 летом	2,0 мг/л O ₂ /л	0,75	0,001	0,05	0,02	0,08	0,01	0,2	0,001	0,1	1000

Задача 3. По приведенным ниже концентрациям химических элементов в донных отложениях, взвесах, воде (табл. 5.8) определите уровень загрязненности водных объектов. Основные процессы, определяющие миграцию химических элементов в водохранилищах: высокая биологическая продуктивность, седиментация терригенного материала, изменчивость геохимических обстановок и т.д.

Таблица 5.8

Средние содержания микроэлементов в воде, взвеси и донных отложениях в днепровских водах, мкг/л (Справочник..., 1996)

Водохранилище	В воде			Во взвеси			В донных отложениях		
	Mn	Zn	Cu	Mn	Zn	Cu	Mn	Zn	Cu
Киевское	82	10,5	6,5	27,3	51,6	9,7	1080	64	13
Кременчугское	20	3,1	3,7	14,4	32,0	3,4	700	32	20
Днепродзержинское	22	3,5	3,7	21,2	43,5	2,3	60	32	4,8
Запорожское	18	7,2	4,2	33,1	42,1	5,2	72	27	14
Каховское	12	3,5	4,7	15,7	27,0	2,5	1146	42	51
Фоновое содержание	10	10	3	11	14,6	7,62	250	123	12

Задача 4. Охарактеризуйте уровень загрязнения донных отложений (табл. 5.9) с помощью игео-классов в техногенных илах на участке ниже города. Оцените сорбционную способность по отношению к металлам различных фракций.

Таблица 5.9

Содержание химических элементов в техногенных илах на участке реки, мкг/кг (Геохимия ..., 1990)

Эл-т	Фракции (мм)										Валовое содержание	
	1-0,25		0,25-0,1		0,1-0,01		0,01-0,005		< 0,005			
	С	К _с	С	К _с	С	К _с	С	К _с	С	К _с	С	К _с
Al	18400	0,8	26900	0,9	52800	1,8	75600	1,8	87000	3,3	43700	1,4
Ti	305	0,9	663	2,7	2617	1,9	3414	1,5	4671	1,2	1887	1,5
V	28	2,8	24	1,7	45	1,4	7	1,2	116	1,3	41	2,2
Cr	108	6,8	110	37	350	6	429	5,1	449	7,5	247	5
Mn	250	3,1	344	2,5	448	1,2	492	0,8	472	0,7	354	1,8
Fe	42800	24	57400	24	85800	36	18200	8,7	15400	24	79475	34
Ni	86	2,8	97	7,5	154	6,2	274	7	353	7,5	143	6
Zn	218	1,8	321	2,8	422	3,5	511	2,1	570	2,6	380	3,1
Ag	1,99	3	1,58	4	3,7	8	47	6,7	4,6	5,8	2,84	22
Sb	68	22,6	58	18	143	24	256	13,5	261	8,2	117	19
Hg	0,083	83	0,04	40	0,26	5,2	0,22	1,1	0,22	1,1	0,164	4
Pb	182	6,5	212	16,3	431	19,6	716	23	914	15,8	328	15

Задача 5. По данным таблицы 5.10 рассчитайте индекс загрязнения воды рек и оцените класс ее качества.

Таблица 5.10

Средние значения показателей качества поверхностных вод в районах промышленных центров Иркутской области (Чебаненко и др., 2002)

Водный объект	Гидрохимические показатели, мг/л				Вредные примеси, мг/л			
	БПК ₅	Взвешенные вещества	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Азот аммонийный	Нефтепродукты	Hg	Cu, мкг/л
Ангара, створ в р-не г. Иркутска	2,04	14,71	11,87	3,81	0,49	0,09	0,031	4,84
Ангара, створ в р-не г. Ангарска	1,07	8,81	8,10	1,01	0,18	0,08	-	1,50
Иркут, створ в р-не г. Шелехова	1,83	6,48	42,3	22,0	0,05	0,12	-	4,20
Ангара, створ в р-не г. Усолье-Сибирское	1,62	11,9	14,3	45,3	0,16	0,09	0,088	5,00
Илим, створ в р-не г. Усть-Илимска	1,89	2,17	9,90	3,95	0,06	0,24	-	0,01
Братское вдхр., створ в р-не г. Братска	1,30	2,80	9,23	2,53	0,14	0,15	-	2,00
ПДК, мг/л	4,0 мг O ₂ /дм ³	0,75	100	300	0,5	0,05	0,01	0,001

Задача 6. Используя приведенные ниже данные о содержании химических элементов в р. Ушайка (г. Томск), определите степень ее загрязненности (табл. 5.11).

Таблица 5.11

*Элементный состав воды р. Ушайка по данным ICP-MS, мг/л
(Дмитриева, 2012)*

Место отбора Эл-ты	1- пос. Степановка	2- ул. Льва Толстого	3- пл. Ленина	ПДКр.х.
Al	0,032	0,047	0,056	0,04
Mn	0,064	0,09	0,094	0,01
Fe	0,49	0,43	0,5	0,1
Mo	0,00084	0,0035	0,0031	0,001
Cu	0,001	0,001	0,001	0,001
Zn	0,001	0,002	0,001	0,01
V	0,001	0,001	0,001	0,0001

Содержание и оформление отчета

Работа включает следующие разделы:

Введение.

1. Основные источники загрязнения водных объектов.
2. Показатели оценки качества водных объектов.

3. Результаты расчета показателей качества воды.
Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Поясните термины: «водный объект», «качество воды» и «критерий качества воды».
2. По каким параметрам производится оценка качества воды?
3. Какие интегральные показатели оценки качества воды вы знаете?
4. Как классифицируются водные объекты по показателям оценки их качества?
5. Что понимается под лимитирующим признаком вредности в воде?
6. Какие санитарно-гигиенические нормативы состояния водных объектов вы знаете?
7. Понятия: «ПДК» и «ОДУ».
8. Какие существуют показатели оценки состояния донных отложений?

Тема 5. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛИТОСФЕРУ

Лабораторная работа № 8

Ресурсные критерии оценки качества подземных вод

Цель работы: изучить систему ресурсных критериев оценки подземных вод как источника водоснабжения; освоить классификацию запасов подземных вод по категориям изученности (А, В, С₁, С₂); приобрести навыки оценки пригодности подземных вод для различных видов водопользования на основе сопоставления их химического состава с гигиеническими и техническими нормативами; научиться рассчитывать интегральные показатели качества воды и определять категорию качества подземных вод по степени их защищенности и ресурсной ценности.

1. Краткие теоретические сведения

1.1. Подземные воды как полезное ископаемое и водный ресурс

В отличие от поверхностных вод, оценка подземных вод ведется не только по качественным показателям, но и по ****ресурсным критериям**** — количественной характеристике запасов, определяющей возможность их эксплуатации в качестве источника водоснабжения. В Российской Федерации подземные воды рассматриваются одновременно как:

- полезное ископаемое (Закон РФ «О недрах»);
- компонент окружающей среды (ФЗ «Об охране окружающей среды»);
- объект водных отношений (Водный кодекс РФ).

1.2. Классификация запасов подземных вод по категориям изученности

В зависимости от степени разведанности и детальности изучения эксплуатационные запасы подземных вод подразделяются на четыре категории — А, В, С₁ и С₂.

Категория	Характеристика	Степень изученности	Возможность эксплуатации
А	Запасы на освоенных месторождениях или участках недр-	Полное выяснение условий залегания, строения, величин напора и фильтрационных свойств водоносных	Детально изучены, могут служить основой для проектирования

		горизонтов-	крупных водозаборов
В	Запасы по результатам разведки месторождений-	Изучены в основных чертах, установлены закономерности изменения водообильности и качества	Пригодны для предварительного проектирования водозаборов
С₁	Предварительно оцененные запасы-	Оценены по единичным скважинам или данным геофизических исследований	Требуют дальнейшей разведки для перевода в высшие категории
С₂	Выявленные (прогнозные) запасы-	Оценены по геологическим и гидрогеологическим предпосылкам без проведения детальных работ	Используются для планирования поисково-оценочных работ

1.3. Ресурсные критерии качества подземных вод

В отличие от санитарно-гигиенических нормативов (ПДК), ресурсные критерии оценивают пригодность подземных вод для конкретного вида использования с учетом:

- Назначения водопользования (хозяйственно-питьевое, техническое, сельскохозяйственное);
- Типа водозабора (централизованный, нецентрализованный);
- Технических требований водопотребителя (например, к коррозионной активности, накипеобразованию).

Основные нормативно-правовые акты в сфере нормирования качества подземных вод:

Документ	Сфера действия
СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»-	Гигиенические требования к качеству питьевой воды (химические, микробиологические, радиологические показатели)
СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения»-	Требования к питьевой воде централизованных систем
ГОСТ Р 59054-2020 «Охрана окружающей среды. Поверхностные и подземные воды. Классификация водных объектов»-	Классификация подземных водных объектов по целям водопользования
Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения (Приказ Минприроды России от 24.12.2021 № 903)-	Рыбохозяйственные ПДК для подземных вод, питающих поверхностные водотоки

1.4. Категории качества подземных вод для различных видов водопользования

Согласно ГОСТ Р 59054-2020, подземные воды классифицируются по целям водопользования во взаимосвязи с категориями и классами водных объектов, отражающими их физико-географические, режимные и морфометрические особенности. Выделяют следующие категории:

Категория	Характеристика	Основные требования
Питьевые	Воды, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения после стандартной водоподготовки	Соответствие СанПиН 1.2.3685-21 по органолептическим, токсикологическим, микробиологическим и радиационным показателям
Технические	Воды для промышленного водоснабжения, пожаротушения, оборотных систем	Нормируются по обобщенным показателям (минерализация, жесткость, pH)-
Минеральные	Воды, обладающие лечебными свойствами	Оценка по специальным медико-биологическим критериям

1.5. Интегральные показатели качества воды

Для комплексной оценки пригодности подземных вод используются интегральные показатели:

- Общая минерализация (сухой остаток) — суммарное содержание растворенных веществ (г/л). Пресные воды: до 1 г/л.
- Общая жесткость — суммарное содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} (ммоль/л).
- Индекс загрязнения подземных вод (ИЗПВ) — аналог ИЗА для подземных вод, рассчитывается для приоритетных загрязнителей.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Заполнение схемы «Классификация запасов подземных вод по категориям изученности»

Инструкция: Используя теоретический материал, заполните пропуски в схеме.

Классификация запасов подземных вод

—	Категория А (освоенные запасы)
—	Степень изученности: _____
—	Объем работ: _____

└─	Возможность эксплуатации:	_____
└─	Категория В (разведанные запасы)	
└─	Степень изученности:	_____
└─	Возможность эксплуатации:	_____
└─	Категория С ₁ (предварительно оцененные запасы)	
└─	Степень изученности:	_____
└─	Возможность эксплуатации:	_____
└─	Категория С ₂ (выявленные запасы)	
└─	Степень изученности:	_____
└─	Возможность эксплуатации:	_____

Вопросы для обсуждения:

- Для каких целей необходимо знание категории запасов подземных вод?
- Какие методы используются для оценки запасов подземных вод различных категорий? (балансовый метод, гидродинамический метод)

Задание 2. Определение категории запасов подземных вод по описанию гидрогеологических условий

Инструкция: Ознакомьтесь с описанием четырех участков подземных вод. Для каждого участка определите, к какой категории запасов (А, В, С₁ или С₂) относится разведанный водоносный горизонт, и обоснуйте свое решение.

Участок № 1. На территории действующего водозабора г. Заречный в течение 8 лет ведутся режимные наблюдения за уровнем подземных вод и качеством воды. Пробурены 12 эксплуатационных скважин, выполнены опытные откачки с расходом до 500 м³/сут. Установлены границы области питания, емкостные и упругие запасы, параметры фильтрации. Химический состав воды стабилен.

Ваш ответ:** Категория _____. Обоснование:

Участок № 2. В ходе поисковых работ на территории Светлинского района пробурены 3 параметрические скважины, по которым получены предварительные данные о водообильности известнякового горизонта. Дебит скважин варьирует от 5 до 15 м³/сут. Для уточнения запасов необходимо проведение дополнительных разведочных работ с заложением куста разведочных скважин.

Ваш ответ: Категория _____. Обоснование:

Участок № 3. По результатам геологической съемки масштаба 1:200 000 и данным геофизических исследований на флангах ранее разведанного месторождения выявлена перспективная структура, предположительно содержащая водоносный горизонт с эксплуатационными запасами 2000–3000 м³/сут. Наблюдательные скважины отсутствуют.

Ваш ответ: Категория _____. Обоснование:

Участок № 4. Завершена детальная разведка Еланского месторождения подземных вод. Пробурены 8 разведочных скважин с проведением кустовых опытных откачек. Получены данные о фильтрационных свойствах водоносного горизонта (коэффициент фильтрации — 25 м/сут, водопроницаемость — 500 м²/сут). Построена гидродинамическая модель. Качество воды соответствует требованиям СанПиН. Выполнен подсчет запасов.

Ваш ответ: Категория _____. Обоснование:

Задание 3. Оценка пригодности подземных вод для питьевого водоснабжения (20 минут)

Исходные данные: По результатам химического анализа пробы подземной воды из скважины, предполагаемой для использования в качестве источника централизованного питьевого водоснабжения, получены следующие значения показателей:

Показатель	Единица измерения	Фактическая концентрация	Норматив (СанПиН 1.2.3685-21)	Класс опасности
Водородный показатель (pH)	ед. pH	6,2	6,0–9,0	—
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1250	1000	—
Общая жесткость	°Ж	9,5	7,0	—
Железо (Fe) общее	мг/л	0,8	0,3	3
Нитраты (NO ₃ ⁻)	мг/л	55	45	3
Фториды (F ⁻)	мг/л	1,8	1,5	2
Марганец (Mn)	мг/л	0,15	0,1	3
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/л	350	500	4
Хлориды (Cl ⁻)	мг/л	280	350	

Задания:

1. Рассчитайте коэффициент превышения ПДК для каждого показателя по формуле:

($K_c = C_{\text{факт}} / \text{СПДК}$) (для показателей с лимитирующим диапазоном — сопоставьте с интервалом).

2. Определите, по каким показателям вода не соответствует гигиеническим требованиям к питьевой воде.

3. Для каждого нормируемого вещества укажите лимитирующий показатель вредности (ЛПВ):

- санитарно-токсикологический;
- органолептический;
- общесанитарный.

4. Сделайте вывод о пригодности данной воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Предложите необходимые методы водоподготовки.

Результат оформите в виде таблицы и вывода.

Задание 4. Расчет индекса загрязнения подземных вод (ИЗПВ)

Исходные данные: На территории предприятия в наблюдательных скважинах зафиксированы следующие среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в подземных водах первого от поверхности водоносного горизонта:

Вещество	Фактическая концентрация, мг/л	ПДК (рыбохозяйственный норматив), мг/л	ПДК (питьевой норматив), мг/л
Нефтепродукты	0,35	0,05	0,1
Фенол	0,008	0,001	0,001
Свинец (Pb)	0,035	0,006	0,01
Кадмий (Cd)	0,003	0,0005	0,001
Медь (Cu)	0,12	0,001	1,0

Задания:

1. Рассчитайте коэффициенты концентрации ($K_c = C_{\text{факт}} / \text{СПДК}$) для каждого вещества относительно рыбохозяйственного норматива.

2. Рассчитайте суммарный показатель загрязнения подземных вод (аналог Z_c):

$$\text{ИЗПВ} = \sum K_{ci}$$

(при $K_c \geq 1$, для веществ с $K_c < 1$ принимается значение 0).

3. Определите категорию загрязнения подземного горизонта по шкале:

ИЗПВ	Степень загрязнения	Характеристика
0	отсутствует	Качество соответствует нормативам
1–3	слабое	Превышения по 1–2 веществам не более 3 ПДК
4–8	среднее	Превышения по 3–5 веществам
9–15	сильное	Превышения по многим веществам в 5–10 раз
>15	очень сильное	Кратные превышения по нескольким веществам

4. Оцените возможность использования данного водоносного горизонта для:

- хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- технического водоснабжения;
- в качестве источника питания поверхностных водных объектов рыбохозяйственного значения.

Задание 5. Правовой практикум

Ситуация: При проведении государственного мониторинга состояния недр установлено, что на участке планируемого водозабора подземных вод для снабжения г. Заречный (население 150 тыс. человек) запасы воды оценены только по категории C_1 . Администрация города настаивает на начале строительства водозабора.

Задания:

1. На основании Закона РФ «О недрах» и Водного кодекса РФ определите, допустимо ли проектирование крупного водозабора на запасах категории C_1 .
2. Какие дополнительные гидрогеологические исследования необходимо выполнить перед началом строительства?
3. Какова роль Государственной экспертизы запасов полезных ископаемых при утверждении запасов подземных вод?

3. Контрольные вопросы (для защиты работы)

1. Какими основными нормативными документами устанавливаются ресурсные критерии оценки качества подземных вод?
2. Что такое категории запасов подземных вод А, В, C_1 , C_2 и чем они отличаются друг от друга?
3. Для каких целей водопользования устанавливаются различные категории качества подземных вод?

4. Чем отличаются ресурсные критерии оценки подземных вод от санитарно-гигиенических нормативов?
5. Что такое общая минерализация и общая жесткость воды? Каковы их нормативные значения для питьевой воды?
6. Какой интегральный показатель используется для оценки степени загрязнения подземных вод и как он рассчитывается?
7. Какие методы используются для оценки эксплуатационных запасов подземных вод? В чем отличие балансового метода от гидродинамического?
8. Каков порядок утверждения запасов подземных вод в Российской Федерации?
9. Какие последствия могут возникнуть при эксплуатации подземных вод с превышением утвержденных запасов?
10. Какова роль подземных вод в стратегическом водоснабжении России?

ТЕМА 6. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

Лабораторная работа № 9

Оценка степени опасности загрязнения почв химическими веществами

Цель работы: освоить методику оценки степени химического загрязнения почв на основе сравнения фактических концентраций загрязняющих веществ с установленными нормативами (ПДК, ОДК), научиться рассчитывать коэффициент суммарного загрязнения (Z_c) и определять категорию опасности загрязнения почв для здоровья населения и экосистем.

1. Оценка степени опасности загрязнения почвы химическими веществами (кроме пестицидов)

С гигиенических позиций опасность загрязнения почвы химическими веществами определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (вода, воздух), пищевые продукты и опосредованно на человека, а также на биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

Основным критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в почве. ПДК представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при их научном обосновании критерии отражают все возможные пути опосредованного воздействия загрязнителя на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

В общем плане при оценке опасности загрязнения почв химическими веществами следует учитывать:

а) опасность загрязнения тем больше, чем больше фактические уровни содержания контролируемых веществ в почве (C) превышают ПДК. То есть опасность загрязнения почвы тем выше, чем больше значение коэффициента опасности (K_o) превышает 1, т.е.:

$$K_o = C/\text{ПДК}; \quad (6.1)$$

б) опасность загрязнения тем выше, чем выше класс опасности контролируемых веществ;

в) оценка опасности загрязнения любым токсикантом должна проводиться с учетом буферности почвы (Под "буферностью почвы" понимается

совокупность свойств почвы, определяющих ее барьерную функцию, обуславливающую уровни вторичного загрязнения химическими веществами контактирующих с почвой сред: растительности, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха. Основными компонентами почвы, создающими буферность, являются тонкодисперсные минеральные частицы, определяющие ее механический состав, органическое вещество (гумус), а также реакция среды - pH), влияющей на подвижность химических элементов, что определяет их воздействие на контактирующие среды и доступность растений. Чем меньшими буферными свойствами обладает почва, тем большую опасность представляет ее загрязнение химическими веществами. Следовательно, при одной и той же величине K_0 опасность загрязнения будет больше для почв с кислым значением pH, меньшим содержанием гумуса и более легким механическим составом. Например, если K_0 вещества оказались равными в дерново-подзолистой супесчаной почве, в дерново-подзолистой суглинистой почве и черноземе, то в порядке возрастания опасности загрязнения почвы могут быть расположены в следующий ряд: чернозем < суглинистая дерново-подзолистая почва (образовавшаяся под лесами, в умеренно влажном и холодном климате) < супесчаная дерново-подзолистая почва.

2. Гигиеническая оценка почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений.

Основой оценки опасности загрязнения почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений, является транслокационный показатель вредности, являющийся важнейшим показателем при обосновании ПДК химических веществ в почве. Это обусловлено тем, что:

1) с продуктами питания растительного происхождения в организм человека поступает в среднем 70 % вредных химических веществ;

2) уровень транслокации определяет уровень накопления токсикантов в продуктах питания, влияет на их качество. Существующая разница допустимых уровней содержания химических веществ по различным показателям вредности (табл. 6.2.) и основные положения дифференциальной оценки степени опасности загрязненных почв позволяют также дать рекомендации по практическому использованию загрязненных территорий.

Опасность загрязнения почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений определяется в соответствии с табл. 6.1 и 3.2. В табл. 6.1 приведены основные принципы оценки почв и рекомендации по их использованию и снижению неблагоприятного действия загрязнений. Данные табл. 6.2 являются логическим дополнением табл. 6.1 и представляют

необходимые сведения для ранжирования почв по уровню загрязнения в соответствии с принципами, изложенными в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами

Категория загрязненности почв	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
I. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почвы. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений и т.п.)
II. Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений	Мероприятия, аналогичные категории I. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или миграционным воздушным показателями проводится контроль за содержанием этих веществ в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных водоисточников
III. Высоко опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности	Использование под технические культуры. Использование под с/х культуры ограничено с учетом растений-концентраторов	1. Кроме мероприятий, указанных для категории I, обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях, продуктах питания и кормах. 2. При необходимости выращивания растений продуктов питания рекомендуется их перемешивание с продуктами, выращенными на чистой почве. 3. Ограничение использования зеленой массы

			на корм скоту с учетом растений концентраторов
IV. Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ превышает ПДК в почве по всем показателям вредности	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного использования	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных лесоводисточников. Защитные полосы.

Таблица 6.2

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности

Наименование вещества	ПДК мг/кг почвы с учетом фона	Показатели вредности			
		транслока ционный	миграционный		общесанита рный
			водный	воздушный	
Подвижная форма					
Медь	3,0	3,5	72,0	-	3,0
Никель	4,0	6,7	14,0	-	4,0
Цинк	23,0	23,0	200,0	-	37,0
Фтор	2,8	2,8	-	-	-
Свинец	6,0	-	-	-	6,0
Кобальт	5,0	25,0	> 1000,0	-	5,0
Хром	6,0	-	-	-	6,0
Водорастворимая форма					
Фтор	10,0	10,0	10,0	-	25,0
Валовое содержание					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	-	50,0
Марганец	1500,0	3500,0	1500,0	-	1500,0
Ванадий	150,0	170,0	350,0	-	150,0
Марганец + ванадий	1000,0 + 100,0	1500,0 + 150,0	2000,0 + 200,0	-	1000,0 + 100,0
Свинец	30,0	35,0	260,0	-	30,0
Мышьяк	2,0	2,0	15,0	-	10,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0

Свинец + ртуть	20,0 + 1,0	20,0 + 1,0	30,0 + 2,0	-	30,0 + 2,0
Хлористый калий (K ₂ O)	560,0	1000,0	560,0	1000	5000,0
Нитраты	130,0	180,0	130,0	-	225,0
Бенз(а)пирен (БП)	0,02	0,2	0,5	-	0,02
Бензол	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0
Толуол	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0
Изопропилбензол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Альфа-метилстирол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Стирол	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0
Ксилолы	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0
Сернистые соединения (S):					
сероводород (H ₂ S)	0,4	160,0	140,0	0,4	160,0
элементарная сера	160,0	180,0	380,0	-	160,0
серная кислота	160,0	180,0	380,0	-	160,0
ОФУ	3000,0	9000,0	3000,0	6000,0	3000,0
КГУ	120,0	800,0	120,0	800,0	800,0
ЖКУ	80,0	> 800,0	80,0	> 800,0	800,0

Задача 1. Две пробы почвы, взятых на различной территории, загрязнены никелем, содержание подвижных форм которого составляет в первой 20 мг/кг (1) и во второй - 5 мг/кг (2). Дать характеристику почвам рассматриваемых территорий.

3. Оценка уровня химического загрязнения почв

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикаторов неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются: *коэффициент концентрации химического вещества* (К_с), который определяется отношением его реального содержания в почве (С) к фоновому или его предельно допустимой концентрации (С_ф):

$$K_c = C/C_{\phi}; \quad (6.2)$$

и суммарный показатель загрязнения (Z_c). Последний равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов и выражен следующей формулой:

$$Z_c = \Sigma (K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n-1), \text{ где}$$

n - число определяемых суммируемых вещества;

K_{ci} – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

Оценка опасности загрязнения почв по показателю Z_c , проводится по оценочной шкале, приведенной в табл. 6.3. Градации оценочной шкалы разработаны на основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

Таблица 6.3

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Степень загрязнения почв	Величина (Z_c)	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 2	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Слабая	2-8	Увеличение общей заболеваемости
средняя	8-32	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
сильная	32-64	
Очень сильная	Более 64	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных)

Задача 2. На территории населенного пункта расположено предприятие по производству фосфорных удобрений. Почвы населенного пункта загрязнены мышьяком, медью, цинком, валовое содержание которых составляет 25, 66 и 350 мг/кг соответственно, а также фтором с содержанием 13 мг/кг. Определить суммарный показатель загрязнения почв и оценить уровень их загрязнения.

Контрольные вопросы

1. Какой нормативный документ в настоящее время является основным при оценке химического загрязнения почв и устанавливает гигиенические нормативы?

2. Что означает аббревиатура ПДК и ОДК? В чем заключается разница между этими нормативами?

3. Какие классы опасности химических веществ в почве выделяют в соответствии с действующим СанПиН 1.2.3685-21 и как классифицируются элементы по токсикологической опасности?

4. Что характеризует коэффициент концентрации (K_c)** и по какой формуле его рассчитывают?

5. Какой показатель используется для комплексной оценки степени химического загрязнения почв? Напишите его формулу и объясните, что обозначают входящие в нее переменные.

6. Какое значение фоновой концентрации ($C_{фон}$) принимается при расчете коэффициента концентрации K_c ?

7. Какие химические элементы (вещества) учитываются при расчете суммарного показателя загрязнения Z_c ?

8. Опишите оценочную шкалу категорий загрязнения почв по величине суммарного показателя загрязнения (Z_c): от допустимой до чрезвычайно опасной. Назовите границы Z_c для каждой категории и соответствующие им изменения показателей здоровья населения.

9. По каким критериям оценивается степень химического загрязнения почвы при загрязнении одним веществом неорганической природы?

10. Какие лимитирующие показатели вредности (транслокационный, миграционный водный, миграционный воздушный, общесанитарный) учитываются при гигиенической оценке качества почвы?

11. Что такое санитарное число и для чего оно используется при оценке загрязнения почвы?

12. Какие химические элементы относятся к I классу опасности (вещества высокоопасные), а какие — ко II и III классам?

13. Какие показатели здоровья населения коррелируют с увеличением суммарного показателя загрязнения Z_c при категориях «умеренно опасная», «опасная» и «чрезвычайно опасная»?

14. Какова роль государственного мониторинга в оценке химического загрязнения почв и какие задачи он решает?

15. Назовите основные источники загрязнения почв химическими веществами, которые необходимо учитывать при проведении лабораторной работы.

ТЕМА 6. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЖИВОТНЫЙ МИР

Лабораторная работа № 10

Оценка экономического и предотвращённого ущерба животному миру

Цель работы: изучить факторы, влияющие на животных, и освоить методику расчёта экономического и предотвращённого ущерба .

Теоретическая часть

Осуществление хозяйственной деятельности, связанной с освоением природных ресурсов, строительством промышленных предприятий, средствами транспорта и связи, приводит к качественному изменению среды обитания животных, обеднению состава фауны, нарушению миграционных процессов и снижению темпов прироста в популяционных группировках различных видов животных. Происходит это как на участках, непосредственно подвергнутых антропогенному воздействию (вырубка леса, удаление почвенно-растительного слоя и т.д.), так и на прилежащих территориях.

В соответствии с природоохранным законодательством (закон РФ «Об охране окружающей природной среды и о животном мире») должна проводиться оценка вероятного ущерба животному миру.

Оценка ущерба, наносимого животному миру деятельностью человека, осуществляемой с нарушением природоохранного законодательства, необходима для привлечения к ответственности юридических лиц и граждан с целью возмещения ущерба и проведения работ по восстановлению исходной продуктивности территории.

Существуют факторы прямого и косвенного воздействия на животный мир. В результате вырубки леса на участках, отводимых под промышленные площадки, застройку и транспортные коммуникации, происходят резкие изменения в среде обитания животных. Это так называемый фактор прямого воздействия. Вырубка лесной растительности приводит к исчезновению условий для существования животных. Мигрирующие с вырубок животные находят условия для жизни на соседних территориях лишь на короткий период. Причиной этого является ограниченность ресурсов. Вновь поселившимся животным недостает кормов, гнездопригодной площади, защитных условий, в результате чего не происходит увеличения плотности. Выработанное также в процессе эволюции свойство животных придерживаться определенной

территории и охранять ее от внедрения других особей этого вида в результате их выселения ведет к высокой смертности, снижению темпов роста.

Площадь зоны прямого воздействия определяется по результатам картирования территории, нарушенной деятельностью человека, либо измерением местности. Для расчета ущерба по проектируемой документации размер ее исчисляют исходя из площадей, планируемых к использованию.

К числу причин, косвенно влияющих на состав фауны, численность, темпы прироста и другие, биологические и экологические популяционные параметры, относят фактор беспокойства. Косвенное воздействие на животный мир выражается в шумовом эффекте, загрязнении атмосферы и воды, что отрицательно сказывается на качестве пищи. Это происходит в результате присутствия в лесу большого количества людей, домашних животных, а также круглосуточной работы техники.

Практическая часть

Расчёт экономического и предотвращённого ущерба производится на примере предприятия, занимающегося разработкой россыпного месторождения, которое находится в Манском районе Красноярского края, в северо-западном крыле Восточно-Саянского антиклинория. Для этого необходима характеристика животного мира в районе проектируемых работ (по материалам крайохотуправления), которую в фаунистическом отношении территория включает свыше 130 видов птиц и 52 вида млекопитающих. Список охотничьих и условно-охотничьих птиц насчитывает 30 видов: куро-образные, ржанкообразные (кулики), голуби. Большинство птиц относятся к пролетной пернатой дичи, останавливающейся на отдых в благоприятных местах.

Оседлые, постоянно обитающие птицы – тетеревиные. К ним относятся рябчик, глухарь, тетерев, более редка белая куропатка.

К числу редких, внесенных в Красные книги РФ и Красноярского края относятся скопа (*Pandion haliaetus*), филин (*Bubo bubo*), серый журавль (*Gurus gurus*), кобчик (*Falco vespertinus*), дупель (*Gallinago media*), сапсан (*Falco peregrinus*). Непосредственно в зоне промышленных разработок указанные виды не встречаются.

Пролетные пути водоплавающих в весеннее время простираются в долинах крупных рек таких, как Енисей, Ангара. На р. Мана и ее притоках интенсивность пролета слаба. В основном здесь бывают нырковые утки, крохали, чирки, кряква.

Видовой состав и характеристика населения млекопитающих и тетеревиных птиц по материалам крайохотуправления представлена в прил. 1

1. Исходя из площади, определяем потери воспроизводственному поголовью

2. Величину ежегодной потери прироста для того или иного вида рассчитывают по формуле:

$$X = \Pi \cdot N_{\Pi},$$

где Π – средняя величина прироста численности на одну особь воспроизводственного поголовья, определяется по нормативным данным (прил. 2); N_{Π} – потенциальная численность группировки воспроизводственного поголовья, особей.

3. Размер компенсационных выплат, нанесенных животному миру вследствие антропогенного воздействия, определяют, руб., по формуле

$$E = M_{\text{РОТ}} \cdot I \cdot (U_{\text{в.п}} + W),$$

где $M_{\text{РОТ}}$ – минимальный размер оплаты труда, руб.; I – размер иска для исчисления размера взыскания за ущерб животному миру (прил. 3), $U_{\text{в.п}}$ – ущерб воспроизводственной части популяции, особей, W – суммарный ущерб от потерь потенциального прироста.

Расчет размеров потерь и компенсаций из-за потерь участков среды обитания охотничьих видов в зоне прямого воздействия представить в виде табл. 1.1.

Таблица 1.1

Состав, численность и потери млекопитающих и тетеревиных птиц в зоне разработок россыпи

Виды животных	Площадь зоны прямого воздействия (ЗПВ), тыс. га	Размер иска в кратности к числу МРОТ	Потери, голов/1000 га			Потери, руб
			воспроизводственное поголовье	величина прироста	суммарно	
1	2	3	4	5	6	7
Лось		50				
Марал		50				
Косуля		30				
Кабарга		30				
Бурый медведь		50				
Рысь		20				
Росомаха		20				
Соболь		20				
Норка американская		10				

Горноста́й		5				
Колонок		5				
Лисица		10				
Заяц –беляк		2				
Белка		2				
Глухарь		3				
Тетерев		2				
Рябчик		1				
ВСЕГО в рублях						

Для снижения антропогенных воздействий на животный мир необходимо:

- строго соблюдать технологические нормативы при производстве работ;
- выполнить весь объем работ по рекультивации и мониторингу животного мира;
- не допускать нарушений правил охоты.

4. Оценка предотвращённого экологического ущерба беспозвоночным животным в том числе редким и исчезающим видам, занесённым в Красную книгу Российской Федерации, в результате реализации природоохранных мероприятий второй категории производится по формуле

$$Убпр = S \cdot E \cdot H$$

где Убпр – оценка в денежной форме величины предотвращённого экологического ущерба беспозвоночным животным за отчётный период времени, тыс. руб; S – площадь территории рекультивации или проведение мероприятий по восстановлению почвенного покрова, га; E – коэффициент биомассы беспозвоночных животных соответствующей природной зоны; H – такса взыскания за ущерб, причиненный уничтожением или деградацией почвенного покрова на соответствующей территории субъекта Российской Федерации (для Красноярского края 33,3)

Таблица 1.1

Исходные данные по вариантам

Показатели	Обозначение	Варианты														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Длина зоны прямого воздействия, км	l _{п.в}	5	5,3	5,6	5,8	6	6,2	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8

Ширина зоны прямого воздействия ,км	б ^{п.в}	1,8	2,1	3,4	4,2	5	6	1	2	3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6
-------------------------------------	------------------	-----	-----	-----	-----	---	---	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Исходные данные по вариантам

Показатели	Обозначение	Варианты														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Длина зоны прямого воздействия, км	l ^{п.в}	8,2	8,5	8,6	8,8	9	9,2	9,5	9,7	9,9	10	10,3	10,5	10,7	10,9	11
Ширина зоны прямого воздействия ,км	б ^{п.в}	1,2	2,1	2,4	3,2	4,5	5	5,4	2,8	3,4	2,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6

Контрольные вопросы:

1. Определить факторы прямого и косвенного воздействия на животный мир.
2. Перечислить направления определения ущерба воспроизводственной части популяции.
3. Каков порядок определения суммарного ущерба от потерь потенциального прироста животного мира (по локальным группировкам)?
4. Что понимается под сохранением биологического разнообразия?
5. Каково основное условие выгодности сохранения биоразнообразия для мирового сообщества.
6. Перечислите основные виды особо охраняемых природных территорий.

Тема 8. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

Лабораторная работа № 11

Оценка воздействия на растительный покров

Цель работы: освоить методики оценки антропогенного воздействия на растительный покров, включая определение проективного покрытия, жизненного состояния растений, расчет индексов флуктуирующей асимметрии и показателей нарушенности фитоценозов для установления степени деградации растительных сообществ под влиянием загрязнения, рекреации и иных антропогенных факторов.

Теоретическая часть

Растительный покров — неотъемлемая часть природной среды, благодаря которой осуществляется процесс обмена веществ в природе, обеспечивающий возможность самого существования жизни. В то же время растительный покров один из наименее защищенных компонентов ландшафта, повсеместно подвергающийся воздействию антропогенной деятельности и страдающий от нее в первую очередь. Часто разрушение растительного покрова приводит к созданию условий, несовместимых с жизнью человека, формируются ситуации, определяемые как экологическая катастрофа.

Территории, где сохраняется необходимый научно обоснованный баланс между нарушенными и ненарушенными участками растительности, имеют шанс избежать катастрофы. Кроме того, растительность поставляет человечеству кормовые, пищевые, лекарственные, древесные ресурсы, а также удовлетворяет его научные, эстетические и рекреационные потребности. Забота о сохранении растительного покрова — одна из важнейших и одновременно одна из труднейших задач.

При оценках последствий любого вида антропогенной деятельности на растительность следует исходить из её прямой и косвенной роли в функционировании ландшафтов и жизнедеятельности человека. Роль растительности необычайно многообразна и, можно сказать, что вся жизнь на Земле зависит от растительности, поскольку зеленые растения это единственные в своем роде организмы, способные производить органическое вещество из неорганического, а также безусловно необходимый для жизни кислород. Остальные функции растительности опираются на эту главную энергетическую функцию. Ресурсная (в т.ч. пищевая и кормовая), биостационарная, санитарно-оздоровительная роли растительности прямо связаны с её энергетической функцией, а ландшафтостабилизирующая, водоохранная, рекреационная и другие функции зависят от неё косвенно. Нарушение хотя бы одной из функций ведет к дестабилизации равновесия как в растительных сообществах, так и в ландшафте в целом.

Дело в том, что растительность – это такой компонент окружающей среды, который регулирует нормальное функционирование всех остальных, начиная от газового состава атмосферы, режима поверхностного стока и кончая урожайностью сельскохозяйственных культур, что выявил и о чем писал в свое время ещё В.В. Докучаев. Между тем, людям свойственно забывать о жизненной необходимости сохранения растительности, потому что связь жизни на Земле с растительностью опосредована со многими другими факторами. Как правило, увидеть конечное звено цепи бывает нелегко, поэтому часто приходится слышать пренебрежительные и иронические высказывания о каких-то "цветочках и травках" (а также "птичках и бабочках"), якобы не сравнимых по значению с интересами людей в связи с осуществлением того или иного объекта или проекта.

На самом же деле, существует круг видов флоры в каждом регионе, которые подлежат охране по причине своей редкости или даже уникальности, тенденции к исчезновению. Этот виды, перечисленные в Красных книгах различного уровня, и при прогнозе последствий того или иного вида антропогенной деятельности необходимо выявить такие виды, их местообитания на данной территории и, в случае необходимости, скорректировать проектные решения, чтобы не допустить гибели этих видов. Но дело не только в сохранении редких и исчезающих видов. Оценка воздействия на растительность предполагает также анализ возможных последствий нарушения растительности, обеспечивающий стабильное функционирование всех экосистем региона, включая антропоэкосистемы. В свою очередь, растительность зависит от всех природных факторов, проявление которых связано с зонально-региональными особенностями. От этого зависят состав и фитоценотическая структура растительности, её биологическая продуктивность, а, следовательно, и энергетическая эффективность, её динамические тенденции. Все эти показатели являются основой оценок последствий воздействия на растительный покров.

Воздействия на растительность могут носить прямой и косвенный характер. К числу прямых воздействий относится непосредственное уничтожение растительности (вырубка лесов, сдирание дернины, выжигание участков с растительностью, распашка лугов и пр.). Косвенные воздействия опосредованы другими факторами, которые меняет антропогенная деятельность: изменение уровня грунтовых вод, изменение микроклимата, загрязнение атмосферы и почвенного покрова.

В последнее время всё более существенную флористическую роль играет загрязнение, особенно атмосферное. Как оказалось, растения часто более чувствительны к химическому загрязнению, чем человек, поэтому ПДК загрязняющих веществ в воздухе, утвержденные в качестве санитарно-гигиенических нормативов, не годятся для растительности (особенно для вечнозеленых деревьев и кустарников). Общепринятых ПДК для растительности пока нет. Есть частные, как например, нормативы,

утвержденные для территории Музея-усадьбы "Ясная Поляна". За неимением других следует пользоваться этими нормативами, внося поправки на сопутствующие обстоятельства (состав и существующее состояние растительности, район деятельности).

Никаких данных о предельно-допустимых концентрациях ЗВ в почвах для растительности нет. Существуют лишь сельскохозяйственные нормативы оптимального внесения удобрений в почву и содержания в ней ядохимикатов, а также известно, что различные растения обладают избирательной способностью к поглощению отдельных элементов: одни накапливают в большом количестве свинец (сирень), другие цинк (фиалка) и т.д. Не страдая при этом сами, растения могут служить передаточным звеном распространения ЗВ, которые по трофическим цепям поступают в живые организмы. Оценки воздействия любого вида антропогенной деятельности на растительный покров затруднены тем, что отсутствуют какие-либо определенные количественные нормативы состояния растительности. Здесь возможны только экспертные оценки, позволяющие получить комплексную оценку состояния и устойчивости растительности, хотя в данном случае приходится полагаться на профессионализм и опыт экспертов.

В числе биотических показателей оценки состояния экосистем и геосферных оболочек В.В. Виноградовым предлагается выделять пространственные, динамические и тематические показатели, из которых в числе последних наибольшее значение признается за ботаническими.

Таблица 9.1.

Ботанические критерии оценки нарушенности экосистем

ОЦЕНОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ	Классы состояния экосистем			
	I - норма (Н)	II - риск (Р)	III - кризис (К)	IV – бедствие (Б)
Ухудшение видового состава и характерных видов флоры	естественная смена (суб-)доминантов	уменьшение обилия господств. Видов	смена господств. видов на вторичн.	уменьшение обилия вторичных видов
Повреждение растительности (например дымом заводов)	отсутствие повреждений	повреждение наиболее чувств. видов	повреждение средне чувств. видов	повреждение слабо чувствит. видов
Относительная площадь коренных (квази-) сообщ. (%)	более 60	60-40	30-20	Менее 10
Биоразнообразие (уменьшение индекса разнообразия Симпсона, в %)	менее 10	10-20	25-50	Более 50

Лесистость (в % от зональной)	более 80	70-60	50-30	Менее 10
Гибель посевов (% площади)	менее 5	5-15	15-30	Более 30
Проективное покрытие пастбищной растительности (в % от нормального)	более 80	70-60	50-20	Менее 10
Продуктивность пастбищной растительности (в % потенц.)	более 80	70-60	20-10	Менее 5

Ботанические(геоботанические) критерии не только чувствительны к нарушениям окружающей среды, но и наиболее представительны ("физиономичны"), наилучшим образом помогающие проследить зоны экологического состояния по размерам в пространстве и по стадиям нарушения во времени. Ботанические показатели весьма специфичны, т.к. разные виды растений и разные растительные сообщества в разных географических условиях имеют неодинаковую чувствительность и устойчивость к нарушающим воздействиям и, следовательно, одни и те же показатели для квалификации зон экологического состояния могут существенно варьироваться для разных ландшафтов. При этом учитываются признаки негативных изменений на разных уровнях: организменном (фитопатологические изменения), популяционном (ухудшение видового состава и фитоценометрических признаков) и экосистемном (соотношение площади в ландшафте). Пример ранжирования состояния экосистем по ботаническим критериям дается в таблице 9.1 (усредненные основные показатели, районированные для определенных зональных условий).

Биохимические критерии экологического нарушения флоры основаны на измерениях аномалий в содержании химических веществ в растениях. Для квалификации критического экологического нарушения территории используются показатели изменения соотношения содержания токсичных и биологически активных микроэлементов в укусах растений с пробных площадок и в растительных кормах. В лесах распространенным токсикантом, воздействие которого на растения приводит к необратимым физиологическим и метаболическим нарушениям, является диоксид серы. Негативное действие тяжелых металлов на растения в основном, связано с их проникновением в клеточные структуры с почвенным раствором.

Таблица 9.2.

Биохимические критерии оценки нарушенности экосистем

ПОКАЗАТЕЛИ (по содерж. хим. вещ-ств в	Классы состояния экосистем			
	I - норма (Н)	II - риск (Р)	III - кризис	IV – бедствие

сухой массе трав (мг/кг)			(К)	(Б)
Максимально допустимое соотношение С:N в растениях	12-8	8-6	6-4	менее 4
Максимально допустимое содержание Pb, Cd, Hg, As, Sb	1,1-1,5	2-4	5-10	более 10
Содержание Tl, Se (по превышению фона)	менее 1,5	2-4	5-10	более 10
Содержание Al, Sn, Bi, Te, Wo, Mn, Ga, Ge, In, It (по превышению фона)		1,5-2	2-10	10-50
Содержание Cu в растениях (мг/кг)	10-20	30-70	80-100	более 100
Содержание Zn (мг/кг)		30-60	60-100	100-500
Содержание Fe (мг/кг)		50-100	100-200	100-500
Содержание Mo (мг/кг)	2-3	3-10	10-50	более 50

В целом же аэротехногенный путь поступления поллютантов в растения через их ассимиляционные органы определяет деградацию лесных биогеоценозов в условиях воздействия выбросов, например, металлургических предприятий. Накопление металлов в ассимилирующих органах исследуемых растений увеличивается с ростом уровня загрязнения среды их произрастания, такая закономерность характерна только для тех металлов, которые являются приоритетными для состава выбросов металлургических предприятий. Другие металлы (не промышленного происхождения) распределяются по территории равномерно, и зависимости их аккумуляции от зоны поражения пока не найдено. Наиболее информативные биохимические показатели поражения лесных экосистем приведены в таблице 9.2.

Практическая часть:

Выбрать район в Ставропольском крае и провести оценку воздействия на растительный покров. Регламентом проведения ГЭЭ рекомендуется рассматривать следующее.

Для растительного покрова:

1. Характеристика лесной и др. растительности в зоне воздействия объекта и оценка состояния преобладающих растительных сообществ.
2. Редкие, эндемичные, занесённые в Красную книгу виды растений, описание их местообитаний.
3. Оценка устойчивости растительных сообществ к воздействию.

4. Прогноз изменений в растительных сообществах при реализации проекта.

5. Функциональное значение преобладающих растительных сообществ, прогноз изменений их

функциональной значимости при реализации проекта.

6. Оценка пожароопасности растительных сообществ.

7. Последствия прогнозируемых изменений в растительности для жизни и здоровья населения,

его хозяйственной деятельности.

8. Оценка рекреационного воздействия и прогноз изменений в растительности при возможных изменениях рекреационных нагрузок (с учетом устойчивости растительных сообществ к воздействию).

9. Мероприятия по сохранению растительных сообществ:

- редких, эндемичных, занесенных в Красную книгу видов растений;
- продуктивности растительных сообществ;
- качеству растительной продукции.

10. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности лесов и других растительных сообществ.

11. Оценка ущерба, причиняемого растительности вследствие нарушения и загрязнения окружающей природной среды (воздуха, воды, почв), рубки лесной растительности и перепланировки территорий.

12. Объем природоохранных мероприятий и оценка стоимости мероприятий по охране лесной и др. растительности, компенсационные мероприятия, в том числе в случае аварий

ТЕМА 9. ОРГАНИЗАЦИЯ САНИТАРНО ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ (ОХРАННЫХ ЗОН)

Лабораторная работа № 12.

РАСЧЕТ РАССТОЯНИЯ ДО ГРАНИЦЫ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ (СЗЗ)

Цель работы: Ознакомление с понятием санитарно-защитной зоны (СЗЗ) производственного объекта, ее назначением, правилами ее организации и методикой расчета ее ширины.

2.2 Термины и определения

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это обустроенная территория между жилой застройкой и источником выбросов, необходимая для защиты жилой застройки от воздействия загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием. На границе СЗЗ должны соблюдаться нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК).

Предельно-допустимая концентрация, мг/м^3 – это количество загрязняющего вещества, находящееся в 1 м^3 воздуха, которое не оказывает какого-либо отрицательного влияния на организм при неограниченно долгом воздействии.

Приземная концентрация загрязняющего вещества, мг/м^3 – это количество загрязняющего вещества, находящееся в 1 м^3 воздуха в приземном слое атмосферы.

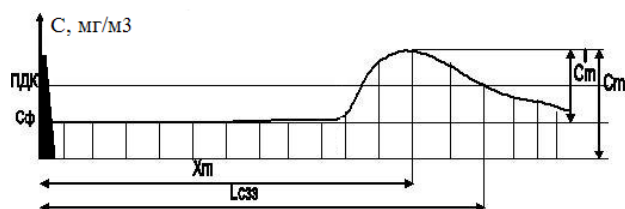
Приземный слой атмосферы находится на высоте до **2 м** от поверхности земли.

Фоновая концентрация, мг/м^3 – это концентрация вредного вещества в приземном слое атмосферы, которая формируется всеми источниками выбросов, расположенных в данной местности, за исключением рассматриваемого.

2.3 Теоретические сведения

Все производственные объекты должны иметь санитарно-защитную зону, размер которой устанавливается «Санитарными нормами проектирования производственных объектов» (СН 1.01.001-94) в соответствии с классификацией в зависимости от мощности предприятия. Размеры СЗЗ составляют по санитарным нормам от **50 до 1000 м** и устанавливаются в зависимости от класса опасности предприятия. Граница СЗЗ отсчитывается от крайних источников выброса вредных веществ на предприятии, а не от ограды предприятия или от наиболее мощных источников.

Граница СЗЗ устанавливается на таком расстоянии от источника выброса, на котором



приземная концентрация, убывая, становится равной ПДК. См. рис 1.

Рисунок 1 - Рассеивание вредного вещества от одиночного точечного источника выброса

Размеры СЗЗ могут быть увеличены или уменьшены в зависимости от ряда факторов, в том числе и значения приземной концентрации, полученной при расчёте рассеивания вредного вещества, выбрасываемого предприятием.

СЗЗ подлежат озеленению с выбором дымогазоустойчивых пород деревьев с целью улучшения качества воздуха на границе СЗЗ. В зеленых насаждениях СЗЗ устраивают специальные **коридоры** для проветривания промышленной площадки.

На территории СЗЗ не допускается размещать: спортивные сооружения, парки, детские учреждения, учебные заведения, лечебно-профилактические и оздоровительные учреждения общего пользования.

2.4 Порядок выполнения расчета

Расчет ширины СЗЗ проводится в соответствии с требованиями ОНД-86 “Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий”.

1 Рассчитывается коэффициент f , определяющий тип источника (холодный или нагретый)

При $f < 100$ источник считается нагретым,

при $f > 100$ источник считается холодным.

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (4.1)$$

где ω_0 - скорость выхода газов из трубы, м/с;

D – диаметр трубы, м;

H – высота трубы, м;

ΔT – разность между температурой выбрасываемых газов и температурой воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta T = T_{\text{Г}} - T_{\text{В}}, \quad ^{\circ}\text{C} \quad (4.2)$$

где $T_{\text{Г}}$ – температура газа, $^{\circ}\text{C}$;

$T_{\text{В}}$ – температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

За температуру воздуха принимается среднемаксимальная температура воздуха в наиболее жарком месяце. Значение этой температуры принимается по СНиП РК 2.04-01-2001 “Строительная климатология”.

2 Определяется коэффициент V_m , по формулам:

для нагретых источников:

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \frac{\Delta \bar{\theta}}{I}} \quad (4.3)$$

для холодных источников:

$$V_m = \frac{1,3 \omega_0 D}{H}, \quad (4.4)$$

где V_1 – объемная скорость газов, выходящих из источника, м³/с.

Объемная скорость определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.5)$$

3 Определяем безразмерный коэффициент m :

для нагретых источников:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}, \quad (4.6)$$

для холодных источников:

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}, \quad (4.7)$$

4 Определяем безразмерный коэффициент n , исходя из условий:

$$\text{при } V_m < 0,5 \quad n = 4,4 \cdot V_m, \quad (4.8)$$

$$\text{при } 0,5 \leq V_m < 2 \quad n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13, \quad (4.9)$$

$$\text{при } V_m \geq 2 \quad n = 1 \quad (4.10)$$

5 Максимальная приземная концентрация вредного вещества в зависимости от вида выброса (нагретый или холодный) рассчитываются по формулам:

для нагретых источников:

$$C'_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3 \quad (4.11)$$

для холодных источников:

$$C'_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot K}{\sqrt[3]{f}^4}, \text{ мг/м}^3 \quad (4.12)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (для Казахстана $A = 200$);

M – значение массового выброса вредного вещества, г/с;

F – безразмерный коэффициент, значение которого может быть принято $F = 1$;

η – коэффициент рельефа, при ровной местности принимается равным 1;

V_1 – объемная скорость выхода газов из источника выброса, $\text{м}^3/\text{с}$;

K – коэффициент, определяемый по формуле:

$$\hat{E} = \frac{D}{8 \cdot V_1} \quad (4.13)$$

6 Определим максимальную приземную концентрацию с учетом фоновой:

$$\tilde{N}_m = C'_m + C_\phi, \text{ мг/м}^3 \quad (4.14)$$

где C_ϕ – фоновая концентрация, мг/м^3 .

7 Полученная максимальная приземная концентрация вредного вещества (C_m) сравнивается с ПДК

Если $C_m < \text{ПДК}$, то делается вывод об установлении границы СЗЗ на расстоянии 50 м и далее расчет не выполняется.

Если $C_m > \text{ПДК}$, то выполняется дальнейший расчет по формулам:

8 Определяется безразмерный коэффициент d в зависимости от V_m по одной из формул:

для нагретых источников:

$$d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } V_m \leq 0,5, \quad (4.15)$$

$$d = 4,95 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0,5 < V_m < 2 \quad (4.16)$$

$$d = 7 \cdot (\sqrt{V_m}) \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } V_m > 2 \quad (4.17)$$

для холодных источников:

$$d = 5,7 \quad \text{при } V_m \leq 0,5, \quad (4.18)$$

$$d = 11,4 \quad \text{при } 0,5 < V_m < 2, \quad (4.19)$$

$$d = 16 \sqrt{V_m} \quad \text{при } V_m > 2 \quad (4.20)$$

9 Рассчитываем расстояние X_m , на котором приземная концентрация достигает максимального значения:

$$X_m = 0,25 \cdot (5 - F) \cdot d \cdot H, \text{ м} \quad (4.21)$$

где d – безразмерный коэффициент, определяемый в п.8;

H – высота источника выброса, м;

F – безразмерный коэффициент ($F = 1$).

10 Рассчитываем приземную концентрацию на различных расстояниях от источника выброса:

$$C' = S_i \cdot C'_m, \text{ мг/м}^3 \quad (4.22)$$

где S_i – безразмерный коэффициент, который определяется в зависимости от отношения X/X_m по следующим формулам:

$$S_i = 3 \cdot (X/X_m)^4 - (X/X_m)^3 + (X/X_m)^2; \text{ при } (X/X_m) \leq 1, \quad (4.23)$$

$$S_i = 1,13 / [0,13 \cdot (X/X_m)^2 + 1]; \text{ при } 1 < (X/X_m) \leq 8, \quad (4.24)$$

$$S_i = (X/X_m) / [3,58 \cdot (X/X_m)^2 - 3,52 \cdot (X/X_m) + 120]; \text{ при } F \leq 1,5 \text{ и } X/X_m > 8, \quad (4.25)$$

$$S_i = 1 / [0,1 \cdot (X/X_m)^2 + 2,47 \cdot (X/X_m) - 17,8]; \text{ при } F > 1,5 \text{ и } X/X_m > 8 \quad (4.26)$$

Для расчета S_i необходимо **самостоятельно** принять числовое значение соотношения X/X_m и подставить его в соответствующую формулу. При подборе значения X/X_m необходимо ориентироваться на превышение полученной приземной концентрации C_m над ПДК. **Чем сильнее отличаются значения ПДК и C_m , тем больше необходимо принимать значение X/X_m и расчет вести по формулам 4.24 или 4.25 (см. пример расчета).**

11 Находим приземную концентрацию с учетом фоновой на различных расстояниях от источника выброса:

$$\tilde{N} = \tilde{N}' + \tilde{N}_0, \text{ мг/м}^3 \quad (4.27)$$

Полученное значение приземной концентрации (C) сравниваем с ПДК:

Если $C \leq \text{ПДК}$, то ширину $C33$ принимаем равной X из соотношения X/X_m ;

Если $C > \text{ПДК}$, то продолжаем расчет увеличив отношение X/X_m до тех пор пока C не станет меньше или равной ПДК.

Пример расчёта

В атмосферу выбрасывается оксид углерода из одиночного точечного источника. Исходные данные:

высота трубы $H = 20$ м; скорость газов на выходе $\omega_0 = 0,7$ м/с; диаметр трубы $D = 0,6$ м; температура газов $T_r = 80^\circ\text{C}$;

среднемаксимальная температура воздуха в районе расположения трубы $T_b = 24,6^\circ\text{C}$; массовый выброс оксида углерода $M = 8,6$ г/с; фоновая концентрация $C_\phi = 1$ мг/м³; ПДК = 5 мг/м³; коэффициент осаждения $F=1$; коэффициент стратификации атмосферы $A = 200$.

1 Рассчитываем коэффициент f по формуле (4.1):

$$f = \frac{1000 \cdot 0,7^2 \cdot 0,6}{20^2 \cdot 55,4} = 0,013$$

2 Вычисляем ΔT по формуле (4.2):

$$\Delta T = 80 - 24,6 = 55,4^\circ\text{C}$$

3 Определяем объёмную скорость выхода газов из трубы по формуле (4.5):

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} \cdot 0,7 = 0,198 \text{ м}^3/\text{с}$$

4 Так как $f < 100$, то V_m рассчитывается по формуле (4.3):

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{0,198 \cdot \frac{55,4}{20}} = 0,532$$

5 Вычисляем m и n по формулам (4.6) и (4.9):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{0,013} + 0,34 \sqrt[3]{0,013}} = 1,31$$

$$n = 0,532 \cdot 0,532^2 - 2,13 \cdot 0,532 + 3,13 = 2,15$$

6 Определяем максимальную приземную концентрацию вредного вещества по формуле (4.12):

$$C'_m = \frac{200 \cdot 8,6 \cdot 1 \cdot 1,31 \cdot 2,15 \cdot 1}{20^2 \cdot \sqrt[3]{0,198 \cdot 55,4}} = 5,45 \text{ мг/м}^3$$

7 Определяем максимальную приземную концентрацию окиси углерода с учётом фоновой:

$$\tilde{N}_m = \tilde{N}' + \tilde{N}_0 = 1 + 5,45 = 6,45 \text{ мг/м}^3$$

8 Сравниваем $C_m > \text{ПДК}$, следовательно, выполняем дальнейший расчет.

Определяем безразмерный коэффициент d в зависимости от V_m по формуле (4.16):

$$d = 4,95 \cdot 0,532 \cdot (1 + 0,23 \cdot \sqrt[3]{0,013}) = 2,78$$

9 Рассчитываем расстояние от трубы до точки, в которой концентрация достигает максимума по формуле (4.21):

$$X_m = 0,25 \cdot (5-1) \cdot 2,78 \cdot 20 = 55,6 \text{ м}$$

10 Произведём пошаговый расчёт концентраций окиси углерода на различных расстояниях X от основания трубы.

Для первого шага примем $X/X_m = 1,5$. Коэффициент S_i рассчитываем по формуле (4.24), так как выполняется условие:

$$1 < X/X_m \leq 8:$$

$$S_i = 1,13 / (0,13 \cdot 1,5^2 + 1) = 0,874$$

11 Определяем приземную концентрацию на расстоянии $X = 1,5X_m$ по формуле (4.27):

$$\tilde{N}' = 0,874 \cdot 5,45 = 4,76 \text{ мг/м}^3$$

12 Находим приземную концентрацию с учетом фоновой:

$$C = 4,76 + 1 = 5,76 \text{ мг/м}^3,$$

13 Сравниваем C с ПДК, $C > \text{ПДК}$, следовательно выполняем дальнейший расчет:

14 Для второго шага примем $X/X_m = 2,5$.

Определяем коэффициент S_i :

$$S_i = 1,13 / (0,13 \cdot 2,5^2 + 1) = 0,62$$

15 Приземная концентрация без учёта фоновой в данной точке составит:

$$\tilde{N}' = 0,62 \cdot 5,45 = 3,379 \text{ мг/м}^3$$

16 Определяем приземную концентрацию с учётом фоновой:

$$C = 3,379 + 1 = 4,379 \text{ мг/м}^3$$

17 Сравниваем C с ПДК, $C < \text{ПДК}$, следовательно вычисляем ширину СЗЗ из принятого соотношения $X/X_m = 2,5$:

$$X = 2,5 \cdot X_m = 139 \text{ м.}$$

18 **Вывод:** Ширина СЗЗ для данного источника составляет 139 м.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение санитарно-защитной зоны.
- 2 Дайте определение предельно допустимой концентрации (ПДК);
- 3 Дайте определение приземной концентрации;
- 4 До сколько метров от поверхности земли распространяется приземный слой атмосферы?
- 5 Дайте определение фоновой концентрации;
- 6 В чем измеряется концентрация вредного вещества в атмосфере?
- 7 Для чего необходимы санитарно-защитные зоны?
- 8 Чем регламентируется размер санитарно-защитных зон для производственных объектов?
- 9 От чего зависит размер СЗЗ?
- 10 От куда отсчитывается граница СЗЗ?
- 11 На каком расстоянии устанавливается граница СЗЗ?
- 12 В зависимости от какого фактора размеры санитарно-защитной зоны могут быть увеличены или уменьшены?
- 13 Для чего производится озеленение СЗЗ?
- 14 Какими породами деревьев озеленяются СЗЗ?
- 15 Для чего в зеленых насаждениях СЗЗ устраиваются коридоры?
- 16 Какие объекты не допускается размещать в пределах СЗЗ?

Задание и исходные данные

Рассчитать ширину санитарно-защитной зоны для одиночного точечного источника выброса - трубы котельной. Условия для расчёта определены таблицей 2.7.1.

Исходные данные одинаковые для всех вариантов:

Температура газа $T_r, ^\circ\text{C} = 90$;

$F = 1$;

$A=200$;

$\eta = 1$.

Таблица 2.7.1 - Варианты заданий

№ варианта	H,м	D,м	M,г/с	T _в , ⁰ С	ω ₀ ,м/с	ПДК,мг/м ³	C _ф ,мг/м ³	Вредное вещество
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	0,25	0,41	28,6	0,5	5	0,5	Оксид углерода
2	10	0,30	0,06	27,6	0,5	0,085	0,017	Диоксид азота
3	15	0,35	0,91	26,6	0,6	0,5	0,05	Серн. ангидрид
4	20	0,40	1,37	25,6	0,7	0,5	0,1	Пыль
5	25	0,45	19,34	24,6	0,8	5	0,5	Оксид углерода
6	30	0,50	0,83	23,6	0,9	0,085	0,0085	Диоксид азота

7	35	0,55	4,33	22,6	1,0	0,5	0,1	Серн. ангидрид
8	40	0,60	9,18	21,6	1,2	0,5	0,05	Пыль
9	45	0,65	82,22	20,2	1,3	5	0,1	Оксид углерода
10	50	0,70	3,66	18,2	1,4	0,085	0,03	Диоксид азота
11	55	0,75	20,34	17,2	1,5	0,5	0,05	Серн. ангидрид
12	60	0,80	45,92	16,2	1,6	0,5	0,1	Пыль
13	65	0,85	312,36	17,5	1,7	5	0,5	Оксид углерода
14	70	0,90	21,87	18,5	1,8	0,085	0,08	Диоксид азота
15	75	0,95	78,29	19,5	1,9	0,5	0,1	Серн. ангидрид
16	80	1,00	56,69	20,5	2,0	0,5	0,15	Пыль
17	85	1,00	67,97	21,5	2,1	5	0,05	Оксид углерода
18	90	1,00	19,89	22,5	2,2	0,085	0,017	Диоксид азота
19	45	0,50	8,37	23,5	1,6	0,5	0,02	Серн. ангидрид
20	55	0,60	20,92	24,5	1,8	0,5	0,017	Пыль
21	65	0,70	177,10	25,5	1,4	5	0,15	Оксид углерода
22	75	0,80	13,62	26,5	1,2	0,085	0,05	Диоксид азота
23	85	0,90	39,17	27,5	1,3	0,5	0,025	Серн. ангидрид
24	40	1,00	14,63	28,5	1,5	0,5	0,051	Пыль
25	20	0,30	12,71	28,6	1,0	5	0,40	Оксид углерода

N₂	ΔT	f	V	V_m	m	n	C'm	M
1	61,4	0,0407	0,025	0,44	1,23	1,936	6,782	0,41
2	62,4	0,0120	0,035	0,39	1,31	1,716	0,197	0,06
3	63,4	0,0088	0,058	0,41	1,33	1,804	1,254	0,91
4	64,4	0,0076	0,088	0,43	1,34	1,892	0,973	1,37
5	65,4	0,0056	0,127	0,45	1,36	1,980	8,230	19,34
6	66,4	0,0068	0,177	0,48	1,35	2,112	0,230	0,83
7	67,4	0,0067	0,237	0,50	1,35	2,198	0,832	4,33
8	68,4	0,0079	0,339	0,54	1,34	2,135	1,151	9,18
9	69,8	0,0060	0,431	0,57	1,36	2,093	7,732	82,22
10	71,8	0,0076	0,539	0,60	1,34	2,042	0,237	3,66
11	72,8	0,0077	0,662	0,62	1,34	2,015	0,998	20,34
12	73,8	0,0077	0,804	0,65	1,34	1,975	1,731	45,92
13	72,5	0,0080	0,964	0,67	1,34	1,939	9,327	312,36
14	71,5	0,0083	1,145	0,68	1,33	1,926	0,527	21,87
15	70,5	0,0086	1,346	0,70	1,33	1,901	1,543	78,29
16	69,5	0,0090	1,570	0,72	1,33	1,876	0,925	56,69
17	68,5	0,0089	1,649	0,71	1,33	1,810	0,937	67,97
18	67,5	0,0089	1,727	0,71	1,33	1,810	0,242	19,89
19	66,5	0,0095	0,314	0,50	1,33	2,198	0,873	8,37
20	65,5	0,0098	0,509	0,55	1,33	2,121	1,212	20,92
21	64,5	0,0070	0,539	0,53	1,34	2,149	7,397	177,10
22	63,5	0,0032	0,603	0,52	1,38	2,164	0,429	13,62
23	62,5	0,0034	0,827	0,55	1,38	2,121	0,852	39,17
24	61,5	0,0229	1,178	0,79	1,27	1,782	0,993	14,63
25	61,4	0,0122	0,071	0,39	1,31	1,716	8,742	12,71

Тема 10. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ЭВМ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

Лабораторная работа № 13

РАСЧЕТ РАССЕИВАНИЯ ВРЕДНОГО ВЕЩЕСТВА ОТ ОДИНОЧНОГО ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА

Цель работы: является определение значения максимальной концентрации в атмосфере вредного вещества, выбрасываемого одиночным точечным источником и установления вида норматива выброса: предельно-допустимой (ПДВ) или временно-согласованный (ВСВ) выброс.

Общие положения

1. Сущность расчета максимальной приземной концентрации вредного вещества без учета суммации заключается в следующем.

Рассмотрим одиночный точечный источник выброса, например, трубу котельной, показанной на рис. 1.

Ось дымного факела источника ориентирована в направлении ветра, имеющего скорость U . При этом в вертикальных, по оси Z профилях концентраций, их значения с удалением от трубы убывают. Так концентрации в профиле C_{02} меньше, чем в профиле C_{01} . На расстоянии X от основания трубы дымный факел касается земли и приземная концентрация вредного вещества по оси начинает увеличиваться от фонового значения, если оно отлично от нуля, до максимального, которое достигается на расстоянии X_m от основания трубы и дальше с увеличением расстояния приземная концентрация уменьшается.

Как известно, для каждого вредного вещества приземная концентрация в атмосферном воздухе населенных мест не должна превышать предельно допустимой (ПДК).

Фоновой концентрацией C_f называется такая концентрация вредного вещества в приземном слое атмосферы, которая формируется всеми источниками, расположенными в данной местности.

При этом значение максимальной приземной концентрации вредного вещества создаваемое данным источником выброса в приземном слое атмосферы с учетом фоновой может быть больше, а также равным или меньше значения предельно допустимой концентрации для данного вредного вещества.

На рис. 1 показан случай, когда максимальная концентрация вредного вещества с учетом фоновой C_f превышает ПДК.

В этом случае выброс вредного вещества из источника M может рассматриваться как временно согласованный (ВСВ), т.е.

$$\text{если } C_m > \text{ПДК, то } M = \text{ВСВ} \quad (2.1)$$

В случае, когда максимальная концентрация вредного вещества равна или меньше предельно допустимой, массовый выброс M вредного вещества от источника выброса может рассматриваться как предельно допустимый, т.е.

$$\text{если } C_m < \text{ПДК, то } M = \text{ПДВ} \quad (2.2)$$

2.2. Определение норматива в атмосферном воздухе с учетом эффекта суммации имеет некоторые особенности

Источник выброса может иметь вредные вещества, обладающие эффектом суммации. Вредное вещество обладает эффектом суммации в том случае, когда присутствие в воздухе одного вредного вещества дополняет вредное действие на организм другого вредного вещества.

Такое положение может создаваться также, когда одно из вредных веществ выбрасывается из источника, другое находится в приземном слое за счет фоновой концентрации.

Норматив загрязнения по группе суммации может быть определен одним из двух способов:

По безразмерной концентрации по формуле:

$$q = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \quad (2.3)$$

где $C_1 \dots C_n$ – концентрации в атмосфере вредных веществ, входящих в группу суммации, мг/м^3 ПДК – предельно-допустимые концентрации по формуле:

$$C = C_1 + C_2 \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_2} + \dots + C_n \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_n} \quad (2.4)$$

где C – концентрация группы суммации, C_1 – концентрация вещества к которому осуществляется приведение, ПДК_1 – его ПДК, $C_2 \dots C_n$, $\text{ПДК}_2 \dots \text{ПДК}_n$ – концентрация и ПДК других веществ, входящих в группу суммации.

Для установления норматива ПДВ необходимо одно из условий

$$q \leq 1 \quad (2.5)$$

$$C \leq \text{ПДК}_1 \quad (2.6)$$

Для веществ, обладающих суммацией вредного действия безразмерная суммарная концентрация q или приведенная к одному веществу суммарная концентрация C рассчитываются с использованием значений мощности выброса M_q или M соответственно, где:

$$M_q = \frac{M_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{M_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{M_n}{\text{ПДК}_n} \quad (2.7)$$

$$M = M_1 + M_2 \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_2} + \dots + M_n \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_n} \quad (2.8)$$

где $M_1 \dots M_n$ – мощности выброса каждого из n веществ; ПДК_1 , ПДК_2 , ПДК_n – максимальные разовые предельно допустимые концентрации этих веществ.

3. Порядок расчета максимальной приземной концентрации без учета

суммации

Расчет максимальной приземной концентрации от источника выброса проводится в соответствии с требованиями ОНД-86 “Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий”, в следующей последовательности.

6.1. Рассчитывается коэффициент f , определяющий тип источника (холодный или нагретый)

При $f < 100$ источник считается нагретым

При $f > 100$ источник является холодным

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (3.1)$$

где ω_0 – скорость выхода газов из устья трубы, м/с; D – диаметр трубы, м; H – высота трубы, м; ΔT – разность между температурой выбрасываемых газов и воздуха, $^{\circ}\text{C}$

$$\Delta T = T_{\Gamma} - T_B \quad (3.2)$$

T_{Γ} – температура газа, T_B – температура воздуха,

За температуру воздуха принимается среднемаксимальная температура воздуха в наиболее жарком месяце. Значение этой температуры принимается по СНиП 2.01.01-82 “Строительная климатология и геофизика”.

6.2. Определяются коэффициенты V_m , V'_m по формулам:

Для нагретых источников:

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \frac{\Delta T}{M}} \quad (3.3)$$

для холодных источников:

$$V'_m = 1,3 \cdot \omega_0 \cdot \frac{D}{H} \quad (3.4)$$

где V_1 – объемная скорость выходящих из источника (трубы) газов, $\text{м}^3/\text{с}$.

Если труба с круглым устьем

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 \quad (3.5)$$

K – коэффициент, определяемый по формуле

$$K = \frac{D}{8 \cdot V_1} \quad (3.6)$$

6.3. Определим коэффициент f_e

$$f_e = 800 \cdot \left(V'_m\right)^3 \quad (3.7)$$

6.4. Определяется безразмерный коэффициент

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100 \quad (3.8)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f > 100 \quad (3.9)$$

причем при $f_e < f < 100$ коэффициент m по формуле (3.8), (3.9) вычисляется при $f = f_e$

6.5. Определяется безразмерный коэффициент n исходя из условий

$$\text{При } v_m < 0,5 \quad n = 4,4 \cdot v_m \quad (3.10)$$

$$\text{При } 0,5 \leq v_m < 2 \quad n = 0,532 \cdot v_m^2 - 2,13 \cdot v_m + 3,13 \quad (3.11)$$

$$\text{При } v_m \geq 2 \quad n = 1 \quad (3.12)$$

6.6. Максимальные приземные концентрации вредного вещества в зависимости от вида выброса (нагретый или холодный) рассчитывается по формулам:

Для $f \geq 100$ или $\Delta T = 0$, $v'_m \geq 0,5$, холодные выбросы по формуле:

$$C'_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot K}{H^3} \quad (3.13)$$

Для $f < 100$ нагретые выбросы по формуле:

$$C'_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (3.14)$$

где A – коэффициент, определяющий состояние атмосферы;

M – значение массового выброса вредного вещества в г/с;

F – безразмерный коэффициент, значение которого для газов и мелкодисперсных аэрозолей может быть принят $F=1$, для среднedisперсных аэрозолей $F=2-3$.

η – коэффициент рельефа – при ровной местности принимается равным единице; V_1 – расход газовойдушной смеси из источника выброса; K – коэффициент, определяемый по формуле:

$$K = \frac{D}{8 \cdot V_1} \quad (3.15)$$

6.7. Определим максимальную приземную концентрацию с учетом фоновой

$$C_m = C'_m + C_\phi \quad (3.16)$$

где C_ϕ – фоновая концентрация, мг/м³

6.8. Полученная максимальная концентрация вредного вещества сравнивается с предельно допустимой и делается вывод о том, к какому виду норматива ПДВ или ВСВ может быть отнесен выброс по данному веществу.

6.9. В случае, если выброс относится к нормативу ВСВ, определяется величина предельно-допустимого выброса по формулам:

При $f \geq 100$

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_\phi) \cdot H^3}{A \cdot F \cdot \eta \cdot n \cdot K} \quad (3.17)$$

При $f < 100$

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \quad (3.18)$$

6. Порядок расчета максимальной приземной концентрации вредных веществ с учетом суммации

Расчетная схема определения максимальной приземной концентрации вредных веществ с учетом суммации не отличается от описанных в пп 3.1.-3.16, за исключением того, что вместо М в формулы (3.13),(3.14) подставляется безразмерный выброс по формуле (2.7) или приведенный по формуле (2.8), в формулы (3.16), (3.17), (3.18) вместо C_{ϕ} подставляется фоновая концентрация из таблицы вариантов задания безразмерная, либо приведенная к одному из веществ, а в формулы (3.17), (3.18) вместо ПДК подставляется безразмерное или приведенное к одному из веществ его значение.

7. Примеры расчета

Рассчитать максимальную приземную концентрацию ацетона, определить вид норматива источника выброса.

Характеристика источника выброса вредного вещества:

Высота трубы - 30 м; диаметр трубы - 1 м; температура выбрасываемых газов - 90 градусов; скорость выхода газов из трубы - 0,7 м/с. Характеристика вредного вещества: массовый выброс - 0,3 г/с, ПДК - 0,35 мг/м³; фоновая концентрация в приземном слое - 0,1 мг/м³, для газов F=1.

Принять коэффициент рельефа местности равным 1, среднемаксимальную температуру июля в Усть-Каменогорске 24,6 градуса; коэффициент характеризующий степень стратификации атмосферы для Казахстана A=200.

7.1. Определим коэффициент f по формуле (1):

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = 0,0083$$

так как $f < 100$, то источник относится к нагретым.

7.2. Определим объемную скорость выходящих газов V_1 по формуле (3.5):

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 = 0,549 \text{ м}^3/\text{с}$$

7.3. Параметр V_m определим по формуле (3.3)

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \frac{\Delta T}{M}} = 0,69$$

7.4. Определим коэффициент m. Так как, очевидно, что f меньше f_e , коэффициент рассчитывается по формуле (3.8):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} = 1,3348$$

7.5. Так как $0,5 < V_m < 2$, коэффициент определим по формуле (3.11):

$$n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13 = 1,913$$

7.6. Так как $f < 100$, максимальную приземную концентрацию ацетона определим по формуле (3.14)

$$C'_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = 0,052 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

7.7. Максимальная приземная концентрация ацетона с учетом фоновой определяется по формуле (3.16):

$$C_m = C'_m + C_{\text{ф}} = 0,052 + 0,1 = 0,152 \text{ мг/м}^3$$

Так как максимальная приземная концентрация ацетона с учетом фоновой меньше предельно допустимой, равной $0,35 \text{ мг/м}^3$, данный выброс может быть отнесен к ПДВ (предельно допустимым выбросам).

6. Рассчитать максимальную приземную концентрацию с учетом суммации, определить вид норматива источника выброса, в случае необходимости рассчитать значение предельно-допустимого выброса.

Характеристика источника выброса вредного вещества: высота трубы 30 м; диаметр трубы 1 м; температура выбрасываемых газов 30 градусов; скорость выхода газов из трубы 0,7 м/с.

Характеристика вредных веществ:

Двуокись азота: массовый выброс двуокиси азота 6,3 г/с, ПДК=0,085 мг/м³.

Двуокись серы: массовый выброс 0,1 г/с; ПДК=0,8 мг/м³.

Фоновая концентрация группы суммации NO₂+SO₂ в приземном слое в долях ПДК=0,5. Для газов F=1.

Принять : коэффициент рельефа местности $\eta=1$, среднемаксимальную температуру июля месяца в Усть-Каменогорске 24,6 градусов, ; коэффициент характеризующий степень стратификации атмосферы для Казахстана A=200.

6.1. Определим коэффициент f по формуле (1):

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = \frac{1000 \cdot 1_0^2 \cdot 0,8}{30^2 \cdot (90 - 26,4)} = 0,0083$$

так как $f < 100$ источник относится к нагретым

6.2. Определим объемную скорость выходящих газов V_1 по формуле (5):

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \omega_0}{4} = \frac{3,14 \cdot 1^2 \cdot 0,7}{4} = 0,549 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

6.3. Параметр V_m определим по формуле (3.3)

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,549 \cdot 63,6}{30}} = 0,69$$

6.4. Определим коэффициент m . Так как, очевидно, что f меньше f_e , коэффициент рассчитывается по формуле (3.8):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{f} + 0,34 \sqrt[3]{f}} = 1,3348$$

6.5. Так как $0,5 < V_m < 2$, коэффициент n определим по формуле (3.11):

$$n = 0.532 \cdot V_m^2 - 2.13 \cdot V_m + 3.13 = 1,913$$

6.6. Определим мощность выброса группы суммации по формуле (2.8):

$$M = M_1 + M_2 \frac{ПДК_1}{ПДК_2} = 0,5 + 0,1 \frac{0,085}{0,5} = 0,517 \text{ г/с}$$

6.7. Так как для $f < 100$ максимальную приземную концентрацию группы суммации определим по формуле (3.14):

$$C'_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = 0,0896 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

6.7. Определим абсолютное значение приведенной фоновой концентрации из формулы (2.3):

$$0,5 = \frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} \quad \text{откуда} \quad C_1 = \frac{0,5 - C_2}{ПДК_2} \cdot ПДК_1$$

Так как концентрация приводится к двуокиси азота, принимаем значение $C_1=0$, тогда $C_2=0,0425 \text{ г/м}^3$. Максимальная приземная концентрация группы суммации, приведенная к двуокиси азота равная 0.1321 мг/м^3 превышает ПДК по двуокиси азота равную $0,085$. Данный выброс может квалифицироваться как ВСВ.

Задания для выполнения:

Вариант	Высота трубы Н, м	Диаметр трубы D, м	Массовый выброс М, г/с	Температура газа Т _г , °С	Температура воздуха Т _в , °С	Фоновая концентрация С _ф мг/м ³	Коэффициент f	Скорость выхода газов W ₀ м/с	Коэффициент η	Наименование вредного вещества	ПДК мг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	10	1	0,2	50	24,6	0,05	1	1	1	Ксилол	0.2
2	15	1	0,6	60	24,6	0.15	1	1	1	Толуол	0.6
3	20	1	0,5	70	24,6	0.02	1	1	1	Хлор	0.1
4	25	1	0,6	80	24,6	0.03	1	1	1	Аммиак	0.2
5	40	1	30	100	24,6	0.5	1	0.7	1	Бензол	1.5
6	40	1	30	100	24,6	0.5	1	0.7	1	Дихлорэтан	3.0
7	45	1	30	50	24,6	0.9	1	0.7	1	Окись углерода	6.0
8	50	1	25	80	24,6	0.9	1	0.5	1	Спирт этиловый	5.0
9	55	1	40	30	24,6	0.9	1	0.5	1	Спирт метиловый	1.0
10	60	1	2.9	75	24,6	0.01	1	0.5	1	Фуртфуrol	0.05
11	60	1	8.5	70	24,6	0.005	1	0.5	1	Фенол	0.01
12	70	0.5	0.3	75	24,6	0.005	1	1	1	Сероуглерод	0.01
13	75	0.5	10	75	24,6	0.05	1	1	1	Уксусная кислота	0.2
14	30	0.5	2.5	75	24,6	0.01	1	1	1	Диэтилен-имин	0.05

15	35	0.5	1.5	80	24,6	0.01	1	1	1	Акролеин	0.03
16	90	0.4	1	85	24,6	0.01	1	0.7	1	Анилин	0.05
17	95	0.4	0.2	95	24,6	0.002	1	0.7	1	Сероводород	0.006
18	100	0.4	0.8	100	24,6	0.05	1	0.7	1	Двуокись азота	0.085
19	20	0.4	0.1	25	24,6	0.005	1	0.7	1	Тетрапиклин	0.05
20	20	0.3	0.1	20	24,6	50.0	1	0.5	1	Бутан	200
21	30	0.3	0.5	27	24,6	20.0	1	0.5	1	Гексан	60
22	45	0.3	0.5	25	24,6	30.0	1	0.6	1	Пентан	100
23	50	0.2	0.4	29	24,6	20.0	1	0.5	1	Фреон	100
24	60	0.2	0.3	33	24,6	0.9	1	0.5	1	Этилен	3
25	24	1	0.6	60	24,6	0.15	1	1	1	Двуокись серы	0.5
	24	1	0.2	60	24,6	0.5	1	1	1	Двуокись азота	0.635

Вариант 25 - суммация двуокиси серы и двуокиси азот

Контрольные вопросы для подготовки к семинару

1. Какие программные продукты существуют для расчета ПДВ.
2. Порядок применения прикладных программ ЭВМ для оценки уровня загрязнения окружающей среды.
3. Проведение расчетов рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе.
4. Разработка проекта ПДВ.
5. Организация санитарно-защитной зоны
6. Каким фактором определяются размеры СЗЗ

ТЕМА 11. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: ОЦЕНКА, КЛАССИФИКАЦИЯ И МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ

Лабораторная работа №14 Определение класса опасности отходов

Цель и задачи

Цель – закрепление теоретических знаний по курсу «Оценка воздействия на окружающую среду» и получение практических навыков определения класса опасности отходов для окружающей среды расчетным методом.

Задачи работы:

1. Проработка теоретического материала о видах отходов производства; их составе; действующих нормативных документов по определению класса опасности отходов.
2. Изучение методов и критериев определения класса опасности отходов производства.
3. Определение расчетным методом класса опасности отходов.

Материал по данной теме предлагается для решения в виде задач, составленных на основе экспериментальных данных о составе отходов различных производств. Экспериментальные данные получены сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ при выполнении хоздоговорных работ.

2. Схема выполнения работы

1. Изучение литературных источников для получения информации о методах и критериях отнесения опасных отходов к классу опасности.
2. На основе экспериментальных данных о составе отходов определить класс опасности отходов различных промышленных предприятий согласно действующим нормативным документам.

Класс опасности отходов определяется на основании Приказа МПР РФ от 15 июня 2001 г. № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды». Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды разработаны в соответствии со ст. 14 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» (от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ).

Класс опасности определяется по степени возможного вредного воздействия на окружающую среду при непосредственном и опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с критериями, приведенными в Федеральном классификационном каталоге отходов.

Отнесение отходов к классу опасности может осуществляться расчетным и экспериментальным методами.

Отнесение опасных отходов к классу опасности для окружающей среды расчетным методом.

Отнесение отходов к классу опасности для окружающей среды расчетным методом осуществляется на основании показателя (***K***), который характеризует степень опасности отхода. ***K*** рассчитывается по сумме показателей опасности веществ, составляющих отход для окружающей среды. Долгое время для расчета опасности отходов использовался временный классификатор (Временный ..., 1987), в котором проводилось разделение по четырем классам опасности химических веществ на основе их ПДК в почве.

В настоящее время показатель степени опасности отходов для окружающей среды определяется по критериям (Критерии ..., 2001). Достоинством данного метода является то, что была узаконена нормативными документами процедура выявления класса опасности отходов для окружающей среды не только на количественных расчетах по химическому составу содержащихся компонентов, но и на экспериментальной биологической проверке образцов. Если по результатам расчетов отход отнесен производителем отходов к V классу опасности, необходимо подтверждение класса опасности экспериментальным методом. Если это невозможно, отход может быть отнесен к IV классу опасности.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливают по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа.

Показатель степени опасности компонента отхода (***K_i***) рассчитывается по формуле:

$$K_i = C_i / W_i \quad (7.1)$$

где ***C_i*** – концентрация *i*-го компонента в опасном отходе (мг/кг отхода);

W_i – коэффициент степени опасности *i*-го компонента опасного отхода для окружающей среды (справочное данное или определяется расчетным методом, мг/кг).

Показатель степени опасности отхода для окружающей среды ***K*** рассчитывают по формуле:

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_i \quad (7.2)$$

где ***K₁***, ***K₂***, ... ***K_i*** – показатели степени опасности отдельных компонентов опасного отхода для окружающей среды.

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю опасности для окружающей среды осуществляется в соответствии с таблицей 7.1.

Таблица 7.1

Отнесение отходов к классу опасности (Критерии..., 2001)

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для окружающей среды (<i>K</i>)
I – чрезвычайно опасный	$10^6 \geq K > 10^4$
II - высоко опасный	$10^4 \geq K > 10^3$
III - умеренно опасный	$10^3 \geq K > 10^2$

IV - малоопасный	$10^2 \geq K > 10$
V – практически неопасный	$K \leq 10$

В перечень показателей, используемых для расчета W_i , включается *показатель информационного обеспечения* для учета недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для окружающей среды. Показатель информационного обеспечения рассчитывается делением числа установленных показателей (n) на 12 (N – количество наиболее значимых показателей опасности компонентов отхода для окружающей природной среды). Баллы присваиваются следующим диапазонам изменения показателя информационного обеспечения:

Диапазоны измерения показателя информационного обеспечения (n/N)	Балл
<5 ($n < 6$)	1
0,5-0,7 ($n=6-8$)	2
0,71-0,9 ($n=9-10$)	3

По установленным степеням опасности компонентов отходов для окружающей среды в различных компонентах природной среды рассчитывается относительный параметр опасности компонента отхода (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

Коэффициент W_i рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_i = 4 - 4 / Z_i \quad \text{для } 1 < Z_i < 2 \quad (3.2.3)$$

$$\lg W_i = Z_i \quad \text{для } 2 < Z_i < 4 \quad (3.2.4)$$

$$\lg W_i = 2 + 4 / (6 - Z_i) \quad \text{для } 4 < Z_i < 5 \quad (3.2.5)$$

где $Z_i = 4X_i / 3 - 1/3$

Экспериментальный метод определения класса опасности токсичных отходов производства и потребления (СП 2.1.7.1386-03).

Экспериментальная оценка степени опасности отхода базируется на принципиальных положениях методологии гигиенического нормирования химических загрязнений среды обитания человека (почва, вода, воздух и др.), а также включает методы, допущенные для целей государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Экспериментальный метод позволяет определить класс опасности отхода как единого целого с учетом комбинированного, комплексного действия его компонентов и продуктов их трансформации на здоровье человека и среду его обитания. Обязательным этапом оценки опасности отхода являются исследования по идентификации его химического состава. Экспериментальная оценка опасности отхода проводится поэтапно по сокращенной или расширенной схеме.

Сокращенная схема оценки опасности отходов обязательна во всех экспериментальных исследованиях и включает: 1) предварительную оценку водно-миграционной опасности; 2) предварительную оценку воздушно-миграционной опасности (для отходов, содержащих летучие компоненты); 3) оценку влияния отхода на биологическую активность почвы экспресс-методами (численность азотобактера, окислительно-восстановительный потенциал почвы, активность азотфиксации); 4) оценку токсичности отхода методами биотестирования на гидробионтах и в фитотесте; 5) оценку острой токсичности экстракта отхода при пероральном введении на мышах; 6) оценку подострой токсичности экстракта отхода при пероральном введении на крысах в месячном опыте.

Расширенная схема исследования отходов проводится в зависимости от результатов предварительной оценки и включает постановку длительных модельных опытов по оценке: 1) миграции ингредиентов отхода по профилю почвы; 2) воздушно-миграционной опасности; 3) влияния отхода на почвенный микробоценоз и биологическую активность почвы; 4) уровня транслокации ингредиентов отхода в сельскохозяйственные растения (вегетационные опыты); 5) влияния компонентов отхода на теплокровный организм в хроническом санитарно-токсикологическом эксперименте.

Оценка опасности отхода по расширенной схеме обязательна: при предполагаемом использовании отхода в сельском хозяйстве; при производстве товаров народного потребления и во всех случаях, когда возможно контактное, ингаляционное, пероральное или комплексное действие компонентов отхода на здоровье человека.

На втором этапе выполнения работы проводится решение задач для определения класса опасности отходов промышленных производств.

Задача 1. По приведенным данным в таблице 7.3 определите класс опасности отходов Тейского железорудного месторождения (Республика Хакасия).

Таблица 7.3

*Химический состав отвалов вскрышных пород и шламов хвостохранилища на Тейском железорудном месторождении, мг/кг (Республика Хакасия)
(Язиков и др., 2000; Азарова, 2020)*

Элементы	Отвал «Северный»	отвал «Южный»	Шлам хвостохранилища	W _i , мг/кг
As	7,9	17,3	37,45	55
Cd	0,3	0,21	0,495	26,9
Hg	0,03	0,03	0,03	10
Pb	43,6	7,3	18	33,1
Zn	382,9	41,8	62	463,4
Ni	16,7	14,4	27,95	128,8
Cr	75,9	35,7	68,7	100
Cu	874,4	392,3	63,95	358,9

Mn	448	674	938,5	537
Sr	98,1	121,7	48,5	2951

Задача 2. По приведенным данным в таблице 7.4 определите класс опасности отходов промышленно-отопительной котельной.

Таблица 7.4

Химический состав отходов промышленно-отопительной котельной, мг/кг (Язиков и др., 2000; Азарова, 2005)

Элементы	Шлам шламоотстойника	Золошлаковые отходы	W _i , мг/кг
As	37,8	7,1	55
Cd	0,32	0,09	26,9
Hg	0,03	0,03	10
Pb	6,8	1,8	33,1
Zn	99,4	46,25	463,4
Ni	65,5	34,45	128,8
Cr	54,9	104,3	100
Cu	150	19,8	358,9
Mn	792	238	537
Sr	35,1	345,5	2951

Задача 3. Определите класс опасности отходов ОАО «Саянмрамор» (Республика Хакасия) (табл. 7.5). Источниками образования отходов являются отвалы вскрышных пород.

Таблица 7.5

Химический состав отвалов вскрышных пород на ОАО «Саянмрамор», мг/кг (Республика Хакасия) (Язиков и др., 2000; Азарова, 2005)

Элементы	Отвал № 1 «Грязный»*	Отвал № 2 «Чистый»*	Отвал № 1 «Гранитный»**	W _i , мг/кг
As	7,8	1,1	1,12	55
Cd	0,3	0,2	0,13	26,9
Hg	0,03	0,03	0,08	10
Pb	2,8	0,5	3,3	33,1
Zn	91	13,3	511,7	463,4
Ni	41,7	3,5	31,5	128,8
Cr	144	19,8	186	100
Cu	33,4	8,1	13,1	358,9
Mn	587	102,8	416	537
Sr	132,7	267	143	2951

Примечание: * - отвалы Кибик-Кордонского месторождения мрамора, ** - отвалы Изербельского месторождения гранитов.

Задача 4. Определите класс опасности отходов производства чугунолитейного цеха промышленного предприятия (табл. 7.6).

Таблица 7.6

*Содержание микроэлементов в отходах производства чугунолитейного цеха
промышленного предприятия, мг/кг (Языков, 1991; 2006)*

Элементы	Шлак гранулированный	Шлак кусковой	Шлак ваграночный с коксом	Шлак ваграночный	W _i , мг/кг
Hg	0,03	0,18	0,07	0,06	10
Pb	7	8	7	6	33,1
Zn	0	0	10	-	463,4
Ni	8	50	20	25	128,8
Co	2	13	3	1	-
Mo	2	3	3	3	-
Cr	200	450	170	400	100
Cu	55	170	110	50	-
Ba	2500	900	700	600	-
V	55	50	35	65	
Sr	300	300	150	250	2951
Zr	300	300	300	300	-
Li	50	15	15	40	
Y	15	25	25	10	
Ag	0,02	-	0,03	-	331,1

3.3. Содержание и оформление отчета

Работа включает следующие разделы:

Введение.

1. Основные виды промышленных отходов.
2. Методы определения класса опасности отходов.
3. Результаты расчетного метода отнесения отходов к классу опасности для окружающей среды.

Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое отходы?
2. Какие различия между отходам производства и потребления существуют?
3. На основе какой информации определяются нормативы образования отходов?
4. Что понимается под деятельностью, связанной с обращением с отходами?
5. Как классифицируют отходы по степени опасности?
6. Понятие «паспорт отходов».
7. Какие показатели применяются для отнесения отходов к определенному классу опасности?

ТЕМА 12. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ РИСКА.

Лабораторная работа № 15

Оценка риска угрозы здоровью при воздействии пороговых токсикантов

Негативное воздействие должно характеризоваться значением той **пороговой дозы** (или **мощности дозы**, т. е. величиной дозы, отнесенной к некоторому интервалу времени), начиная с которой появляются неблагоприятные последствия. Практика исследований зависимости между значением дозы токсиканта и его действием (эффектом) показала, что возможно несколько подходов к установлению величины пороговой мощности дозы. Соответственно возможно использование следующих значений, выявляемых опытным путем (как правило, по результатам экспериментов с животными):

- H_{NOEL} – наибольшая пороговая мощность дозы, которая не приводит к появлению каких бы то ни было статистически значимых биологических эффектов (NOEL – «no-observed-effect-level», т. е. уровень, при котором никакие эффекты не наблюдаются);
- H_{NOAEL} – наибольшая мощность дозы, которая не приводит к появлению статистически значимых неблагоприятных биологических эффектов (NOAEL – «no-observed-adverse-effect-level», т. е. уровень, при котором не наблюдаются неблагоприятные эффекты);
- H_{LOEL} – наименьшая мощность дозы, которая приводит к появлению каких бы то ни было статистически значимых биологических эффектов (LOEL – «lowest-observed-effect-level», т. е. наинизший уровень, при котором наблюдаются эффекты);
- H_{LOAEL} – наименьшая мощность дозы, которая приводит к появлению статистически значимых неблагоприятных биологических эффектов (LOAEL – «lowest-observed-adverse-effect-level», т. е. наинизший уровень, при котором наблюдаются неблагоприятные эффекты).

Все четыре величины измеряются количеством загрязнителя, поступающего в единицу времени в организм человека или животного и нормированного на единицу массы тела. Обычно количество токсиканта измеряется в миллиграммах, единицей времени служит день (сутки), а единицей массы тела – килограмм; следовательно, размерность перечисленных величин – мг/(кг·сут).

Оптимальное согласование экспериментальных данных и результатов наблюдений над группами риска означает, что имеется достаточная информация по всем перечисленным выше факторам. Однако на практике

такое согласование обеспечить не удастся. Поэтому приходится вводить коэффициенты неопределенности, которые играют роль своеобразного «запаса надежности» в процессе вычисления мощности дозы. Обычно используют три коэффициента: F_1 , F_2 и F_3 , на их произведение делят величину пороговой мощности дозы:

$$H_D = \frac{H_{D(i)}}{F_1 \cdot F_2 \cdot F_3},$$

где $H_{D(i)}$ – любое из представленных выше значений пороговой мощности дозы, а H_D – ее скорректированное значение.

Коэффициент F_1 используется для учета возможных межвидовых вариаций в проявлении эффектов от одной и той же мощности дозы, т. е. он характеризует межвидовые различия в чувствительности к токсиканту. Если биокинетические особенности токсиканта и механизмы его токсичности у экспериментальных животных и людей различаются сильно, то коэффициенту F_1 приписывают максимальное значение, равное 10. Если биокинетика и механизмы токсичности у экспериментальных животных и людей схожи, то $F_1 = 1$.

Коэффициент F_2 ответственен за внутривидовые различия в действии токсиканта, которые обусловлены индивидуальной чувствительностью. Его значения могут меняться от 1 до 10; также обычно полагают $F_2 = 1$, если существенные индивидуальные различия в чувствительности к данному токсиканту не выявлены.

Коэффициент F_3 повышает надежность расчетов, связанных с переходом от сравнительно кратковременных наблюдений к оценкам эффектов на значительно больший период времени. Значение этого коэффициента может варьировать от 10 до 100. Когда требуется оценить H_{NOEL} или H_{NOAEL} для всей жизни животного или человека, а имеются данные только по кратковременным экспериментам, то полагают $F_3 = 10$. Для оценки же H_{LOEL} или H_{LOAEL} при тех же условиях используется максимальное значение $F_3 = 100$.

Таким образом, введение коэффициентов неопределенности F_1 , F_2 и F_3 существенно снижает значение пороговой мощности дозы, что обусловлено влиянием ряда неопределенностей. Максимальное значение произведения коэффициентов $F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 = 10 \cdot 100 \cdot 10 = 10000$.

Можно сказать, что эти коэффициенты выполняют роль факторов перестраховки, так как в расчеты риска будут входить намеренно заниженные значения пороговой мощности дозы. Например, для тетраэтилсвинца в результате опытов с животными было получено значение H_{LOAEL} , равное 0,0012 мг/(кг·сут). Но из-за несовершенства условий экспериментов коэффициентам неопределенности пришлось приписать наибольшие значения, поэтому скорректированное значение пороговой мощности дозы H_D при поступлении этого токсиканта с водой или пищей составило $0,0012:10000 = 1,2 \cdot 10^{-7}$ мг/(кг·сут).

В случае другого токсиканта – фенола – выполненные эксперименты характеризовались существенно меньшей неопределенностью, произведение $F_1 \cdot F_2 \cdot F_3$ оказалось равным 100. Поскольку значение H_{NOAEL} было при поступлении фенола с водой или пищей равно 60 мг/(кг·сут), скорректированное значение пороговой мощности дозы H_D составило $60:100 = 0,6$ мг/(кг·сут).

Единица мощности пороговой дозы – мг/(кг·сут) – связана зависимостью воздействия поступающего в организм токсиканта от массы тела. Перед тем, как зафиксировать значение этой дозы для людей, проводятся опыты на животных, причем используются, как правило, несколько групп животных, для каждой из них принимается средняя величина массы тела. Часто объектами таких опытов становятся мыши, крысы, морские свинки и кролики.

Значения пороговой мощности дозы H_D при поступлении некоторых токсикантов-неканцерогенов с водой и пищей приведены (в порядке убывания пороговой мощности дозы) в табл. 5 и 6 [7].

Таблица 5

Токсиканты, поступающие с водой и пищей	H_D , мг/(кг·сут)	Токсиканты, поступающие с водой и пищей	H_D , мг/(кг·сут)
Нитраты	1,6	Селен	$5 \cdot 10^{-3}$
Хром (Cr^{3+})	1,0	Молибден	$5 \cdot 10^{-3}$
Цинк	0,3	Серебро	$5 \cdot 10^{-3}$
Барий	0,2	Хром (VI)	$5 \cdot 10^{-3}$
Бор	0,2	Кадмий	$5 \cdot 10^{-4}$
Марганец	0,14	Сурьма	$4 \cdot 10^{-4}$
Хлор	0,1	Мышьяк	$3 \cdot 10^{-4}$
Медь	0,04	Ртуть (хлорид)	$3 \cdot 10^{-4}$
Никель	0,02	Таллий (хлорид, карбонат)	$8 \cdot 10^{-5}$

Таблица 6

Токсикант, поступающий с водой и пищей	H_D , мг/(кг·сут)
---	---------------------

Этиленгликоль	2
Ацетон	0,9
Нефтепродукты	0,6
Фенол	0,6
Метанол	0,5
Формальдегид	0,2
Пентахлорфенол C_6Cl_5OH	$3 \cdot 10^{-2}$
Бензол	$4 \cdot 10^{-3}$
Винилхлорид	$3 \cdot 10^{-3}$
Нитробензол $C_6H_5NO_2$	$5 \cdot 10^{-4}$
ДДТ	$5 \cdot 10^{-4}$
Метилртуть $Hg(CH_3)_2$	$1 \cdot 10^{-4}$
Тетраэтилсвинец	$1,2 \cdot 10^{-7}$

При решении задач, связанных с потреблением питьевой воды, среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека m определяется по следующей формуле [8]:

$$m = \frac{C \cdot v \cdot f \cdot T_p}{P \cdot T},$$

где C – концентрация токсиканта в питьевой воде, мг/л; v – скорость поступления воды в организм человека, л/сут (считается, что взрослый человек выпивает ежедневно 2 литра воды); f – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие токсиканта; T_p – количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемая питьевая вода; P – средняя масса взрослого человека, принимаемая равной 70 кг; T – усредненное время воздействия токсиканта (или средняя продолжительность возможного воздействия токсиканта за время жизни человека, принимаемое равным 30 годам (10950 сут).

После того, как вычислено среднесуточное поступление токсиканта, отнесенное к 1 кг массы тела, рассчитывается величина, называемая **индексом опасности**. Ее обозначают через HQ (от слов Hazard Quotient) и определяют выражением:

$$HQ = \frac{m}{H_D},$$

где H_D – пороговая мощность дозы, значения которой приведены в табл. 22–24.

Если $HQ < 1$, то опасности нет, риска угрозы здоровью нет. Если $HQ > 1$, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше индекс HQ превышает единицу.

Если в воздухе, питьевой воде или в пище содержится несколько токсикантов, то полный индекс опасности HQ_t равен сумме индексов опасности отдельных токсикантов:

$$HQ_t = HQ_1 + HQ_2 + HQ_3 + \dots$$

Если $HQ_t < 1$, то опасности нет, риска угрозы здоровью отсутствует.

Задачи

Задача 1 (пример)

В одном из колодцев обнаружен тяжелый металл – шестивалентный хром, причем его содержание в воде этого колодца в десять раз превысило значение ПДК хрома (VI) для питьевой воды (0,05 мг/л). Данным колодцем пользуются в течение 6 лет. Рассчитать индивидуальный риск угрозы здоровью.

$$C = 10\text{ПДК} = 0,5 \text{ мг/л};$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

$$T_p = 6 \text{ лет};$$

$$f = 365 \text{ сут/год};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 30 \text{ лет} = 10950 \text{ сут};$$

$$H_D = 5 \cdot 10^{-3} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Решение

Среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека:

$$m = \frac{C \cdot v \cdot f \cdot T_p}{P \cdot T} = \frac{0,5 \text{ (мг/л)} \cdot 2 \text{ (л/сут)} \cdot 365 \text{ (сут/год)} \cdot 6 \text{ (лет)}}{70 \text{ (кг)} \cdot 10950 \text{ (сут)}} = \frac{2190 \text{ (мг)}}{766500 \text{ (кг} \cdot \text{сут)}} \\ = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Индекс опасности:

$$HQ = \frac{m}{H_D} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}} = 0,58 < 1,$$

Опасности отравления нет, риска угрозы здоровью нет.

Задача 2

В питьевой воде некоторой местности обнаружен хлорорганический пестицид – ДДТ с концентрацией, равной утроенному значению его ПДК в воде, которая составляет 0,002 мг/л. Рассчитать риск угрозы здоровью человека, пьющего эту воду в течение одного года. Учесть, что ежегодно этот человек уезжает из данной местности в отпуск, в котором проводит в среднем 30 дней. Пороговая мощность дозы ДДТ при попадании в организм с водой составляет $5 \cdot 10^{-4}$ мг/(кг·сут).

$$C = 0,006 \text{ мг/л};$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

$$f = 335 \text{ сут/год};$$

$$T_p = 1 \text{ год};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 30 \text{ лет} = 10950 \text{ сут};$$

$$H_D = 5 \cdot 10^{-4} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Задача 3

В питьевой воде обнаружены весьма токсичные тяжелые металлы – кадмий и ртуть, причем их содержание равно значениям соответствующих ПДК в питьевой воде. Эти значения равны 0,001 мг/л для кадмия и 0,0005 мг/л для ртути. Каков индивидуальный риск угрозы здоровью, если человек будет пить такую воду в течение 10 лет?

На протяжении каждого года действие токсикантов длится в среднем 300 дней. Пороговая мощность дозы составляет $5 \cdot 10^{-4}$ мг/(кг·сут) для кадмия и $3 \cdot 10^{-4}$ мг/(кг·сут) для ртути.

$$C_{Cd} = \text{ПДК} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ мг/л};$$

$$C_{Hg} = \text{ПДК} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ мг/л};$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

$$f = 300 \text{ сут/год};$$

$$T_p = 10 \text{ лет};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 30 \text{ лет} = 10950 \text{ сут};$$

$$H_{D(Cd)} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ мг/кг·сут};$$

$$H_{D(Hg)} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ мг/кг·сут}.$$

ИДЗ 1

В воде водохранилища обнаружено вещество с концентрацией C . Водохранилище является источником питьевого водоснабжения. Ежегодно этот человек уезжает из этой местности в отпуск, в котором проводит в среднем 30 дней. Пороговая мощность дозы загрязнителя при попадании в организм с водой составляет H_D . Скорость поступления воды в организм человека $v = 2$ л/сут. Средняя масса взрослого человека $P = 70$ кг. Усредненное время воздействия токсиканта $T = 30$ лет = 10950 сут.

Сравнить концентрацию токсиканта с его ПДК. Рассчитать риск угрозы здоровью человека, пьющего такую воду в течение количества лет T_p .

№ варианта	1	2	3	4	5	6
Исходные данные						
Токсикант	фенол	фенол	бензол	бензол	кадмий	кадмий
C , мг/л	3	30	0,01	0,1	0,01	0,1
T_p , лет	3	5	3	5	3	5
H_D , мг/(кг·сут)	0,6	0,6	$4 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$

№ варианта	7	8	9	10	11	12
---------------	---	---	---	----	----	----

Исходные данные						
Токсикант	ртуть	ртуть	никель	никель	марганец	марганец
C , мг/л	0,005	0,05	0,1	1,0	0,1	1,0
T_p , лет	3	5	3	5	3	5
H_D , мг/(кг·сут)	$3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	0,02	0,02	0,14	0,14

Лабораторная работа 15

Оценка риска угрозы здоровью при воздействии беспороговых токсикантов (нерадиоактивных канцерогенов)

К канцерогенам относят вещества, воздействие которых достоверно увеличивает частоту возникновения опухолей (доброкачественных и/или злокачественных) в популяциях человека и/или животных и/или сокращает время развития этих опухолей. При оценке риска угрозы здоровью, обусловленного воздействием канцерогенных веществ, используют два важных положения. Во-первых, принято считать, что у канцерогенов нет пороговой дозы, их действие начинается уже при самых малых количествах, попавших в организм человека. Во-вторых, считается, что вероятность развития онкозаболеваний (т. е. канцерогенный риск) прямо пропорциональна количеству (дозе) канцерогена, введенного в организм. Совокупность этих двух положений называют беспороговой линейной моделью [1].

Линейный характер зависимости между канцерогенным риском и дозой канцерогенного вещества выражается простой формулой:

$$r = F_r \cdot D,$$

где r – индивидуальный канцерогенный риск; под ним следует понимать дополнительный риск (дополнительно к уже существующей вероятности заболеть раком) онкологического заболевания, вызываемый поступлением данного канцерогена; D – доза канцерогена, попавшего в организм человека; F_r – коэффициент пропорциональности между риском и дозой, называемый фактором риска.

Фактор риска F_r показывает, насколько быстро возрастает вероятность онкозаболевания при увеличении дозы канцерогена, поступившего в организм человека с воздухом, водой или пищей. Фактор риска еще называют коэффициентом наклона (Slope Factor), так как он характеризует угол наклона прямой зависимости «риск – доза» (рис. (а)). Очевидно, что чем больше угол наклона, тем больше угроза здоровью.

Единица фактора риска F_r – $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1}$; она обратно пропорциональна единице среднесуточного поступления канцерогена. Фактор риска количественно характеризует увеличение угрозы здоровью в результате

ежедневного поступления данного канцерогена в количестве 1 мг, отнесенного к 1 кг массы тела человека.

Часто индивидуальный канцерогенный риск вычисляют по формуле:

$$r = m \cdot F_r,$$

где m – среднесуточное поступление канцерогена с воздухом, водой или с пищей, отнесенное к 1 кг массы тела человека, мг/(кг·сут).

Удобство расчета риска r по этой формуле заключается в том, что в результате перемножения величин m и F_r получается безразмерная величина.

Значения факторов риска определяются, как правило, в результате опытов на животных.

В таблице ниже приведены значения факторов риска F_r (в порядке его возрастания) при поступлении в организм человека ряда канцерогенов с водой и пищей.

Таблица

Канцерогены	F_r , [мг/(кг·сут)] ⁻¹	Канцерогены	F_r , [мг/(кг·сут)] ⁻¹
Свинец и его соединения	$8,5 \cdot 10^{-3}$	Тетрахлорэтилен	0,54
Хлороформ	$3,1 \cdot 10^{-2}$	Мышьяк	1,75
Бензол	$5,5 \cdot 10^{-2}$	Винилхлорид	1,9
Пентахлорфенол	0,12	Бериллий, оксид	7,0
C_6Cl_5OH	0,27	Полихлорированные бифенилы	5,0
Хлорбензол C_6H_5Cl	0,3	Бенз(а)пирен	12
ДДТ	0,38	Бериллий (сульфат)	$3 \cdot 10^3$
Кадмий и его соединения	0,4	Диоксины (смесь)	$1,6 \cdot 10^5$
Трихлорэтилен			

Методика решения задач рекомендована Агентством по защите окружающей среды США [2].

При решении задач, связанных с потреблением питьевой воды, среднесуточное поступление m канцерогена с водой на 1 кг массы тела человека определяется по формуле:

$$m = \frac{C \cdot v \cdot f \cdot T_p}{P \cdot T},$$

где C – концентрация канцерогена в питьевой воде, мг/л; v – скорость поступления воды в организм человека, л/сут (считается, что взрослый человек выпивает ежедневно 2 литра воды); f – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие канцерогена; T_p – количество лет, в течение которых происходит воздействие канцерогена; P – средняя масса взрослого человека, принимаемая равной 70 кг; T – усредненное время воздействия

канцерогена, в качестве которого принимается средняя продолжительность жизни человека, считающаяся равной 70 годам (25550 сут).

После того, как вычислено среднесуточное поступление m канцерогена, приведенное к 1 кг массы тела человека, рассчитывают индивидуальный канцерогенный риск r по формуле:

$$r = m \cdot F_r,$$

где F_r – фактор риска, выражаемый в $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1}$.

Если $r \leq 10^{-6}$, индивидуальный канцерогенный риск считается пренебрежимо малым. Верхний предел допустимого индивидуального канцерогенного риска принимается равным 10^{-4} .

Если $r > 10^{-4}$, индивидуальный канцерогенный риск считается недопустимым.

В случае воздействия нескольких канцерогенов полный риск выражается суммой отдельных рисков:

$$r_t = r_1 + r_2 + \dots$$

Коллективный канцерогенный риск R определяется формулами:

$$R = r \cdot N,$$

$$R_t = r_t \cdot N,$$

где N – количество человек, подвергающихся данному риску.

Задачи

Задача 1 (пример)

Рассчитать индивидуальный и коллективный риски угрозы здоровью для следующих условий. Содержание диоксинов в питьевой воде равно 10ПДК этих веществ в воде, ПДК составляет $2 \cdot 10^{-8}$ мг/л. Время потребления такой воды группой в 10^3 человек – 5 лет. Средняя частота потребления – 300 дней в году. Фактор риска при поступлении диоксинов с водой равен $1,6 \cdot 10^5$ $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1}$.

$$C = 10\text{ПДК} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ мг/л};$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

$$f = 300 \text{ сут/год};$$

$$F_r = 1,6 \cdot 10^5 [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1};$$

$$T_p = 5 \text{ лет};$$

$$N = 10^3 \text{ чел};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 70 \text{ лет}.$$

Решение

Среднесуточное поступление диоксинов с питьевой водой на 1 кг массы тела человека:

$$m = \frac{C \cdot v \cdot f \cdot T_p}{P \cdot T} = \frac{2 \cdot 10^{-7} (\text{мг} / \text{л}) \cdot 2 (\text{л} / \text{сут}) \cdot 300 (\text{сут} / \text{год}) \cdot 5 (\text{лет})}{70 (\text{кг}) \cdot 25550 (\text{сут})} = \frac{6 \cdot 10^{-4} (\text{мг})}{1788500 (\text{кг} \cdot \text{сут})} = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ мг} / \text{кг} \cdot \text{сут}.$$

Индивидуальный канцерогенный риск:

$$r = m \cdot F_r = 3,4 \cdot 10^{-10} (\text{мг} / \text{кг} \cdot \text{сут}) \times 1,6 \cdot 10^5 ((\text{мг} / \text{кг} \cdot \text{сут})^{-1}) = 5,4 \cdot 10^{-5}.$$

Если привести к одному году, то индивидуальный риск будет равен $5,4 \cdot 10^{-5} : 5 = 1,1 \cdot 10^{-5}$. Это значение ниже уровня допустимого риска, который считается равным $1 \cdot 10^{-4} \text{ чел}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$.

Коллективный риск $R = r \cdot N$, для условий данной задачи

$$R = 5,4 \cdot 10^{-5} \text{ чел}^{-1} \times 10^3 \text{ чел} = 0,054 \ll 1.$$

Таким образом, в рассматриваемом случае можно ожидать, что в течение 5 лет не будет наблюдаться ни одного дополнительного случая появления онкологического заболевания.

Задача 2

Рассчитать индивидуальный риск, обусловленный комбинированным действием двух канцерогенов, содержащихся в питьевой воде. В воде находится винилхлорид с концентрацией равной 0,3 мг/л, его фактор риска при поступлении с водой составляет $1,9 [\text{мг} / (\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1}$, и мышьяк с концентрацией, равной его ПДК в питьевой воде (0,05 мг/л). Фактор риска при поступлении мышьяка с водой равен $1,75 [\text{мг} / (\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1}$. Такая вода потребляется в течение 3 лет, причем в течение каждого года она потребляется в среднем в течение 300 дней.

Винилхлорид:

$$C_1 = 0,3 \text{ мг/л};$$

$$F_{r(1)} = 1,9 [\text{мг} / (\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1};$$

Мышьяк:

$$C_2 = 0,05 \text{ мг/л};$$

$$F_{r(2)} = 1,75 [\text{мг} / (\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1};$$

$$f = 300 \text{ сут/год};$$

$$T_p = 3 \text{ года};$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 70 \text{ лет}.$$

Задача 3

В Российской Федерации значение ПДК бензо(а)пирена в поверхностных водах принято равным 5 нг/л. Содержание этого канцерогена в воде некоторого населенного пункта превысило данную величину в 5 раз. Каков коллективный риск угрозы здоровью для группы людей численностью 100000 человек, если все эти люди пьют такую воду в течение 3 лет? В течение каждого года такая вода потребляется в среднем 330 дней. Фактор риска для поступления бензо(а)пирена с водой равен $12 [\text{мг} / (\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1}$.

$$C = 5 \text{ ПДК} = 25 \cdot 10^9 \text{ нг/л} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ мг/л};$$

$$\begin{aligned}
v &= 2 \text{ л/сут}; \\
f &= 330 \text{ сут/год}; \\
F_r &= 12 [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1}; \\
T_p &= 3 \text{ года}; \\
N &= 1 \cdot 10^5 \text{ чел}; \\
P &= 70 \text{ кг}; \\
T &= 70 \text{ лет}.
\end{aligned}$$

Задача ИДЗ

Рассчитать риск в виде количества дополнительных случаев онкологических заболеваний среди жителей поселка с населением N человек в результате потребления воды с содержанием канцерогена C . Такая вода потребляется в течение 30 лет, причем в течение каждого года она потребляется в среднем в течение 300 дней. Фактор риска F_r .

$$C = 25 \text{ мкг/л} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ мг/л};$$

$$v = 2 \text{ л/сут};$$

$$f = 300 \text{ сут/год};$$

$$F_r = 0,4 [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1};$$

$$T_p = 30 \text{ лет};$$

$$N = 10^4 \text{ чел};$$

$$P = 70 \text{ кг};$$

$$T = 70 \text{ лет}.$$

№ варианта Исходные данные	1	2	3	4	5	6
Канцероген	Хлорбензол		ДДТ		Трихлорэтил ен	
N , человек	10^4	10^5	10^4	10^5	10^4	10^5
C , мг/л	0,01	0,05	0,001	0,01	0,05	0,07
$F_r = 0,4 [\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут})]^{-1}$	0,27	0,27	0,3	0,3	0,4	0,4

№ варианта Исходные данные	7	8	9	10	11	12
Канцероген	Тетрахлорэтилен		Бериллий, оксид		Бенз(а)пирен	
N , человек	10^4	10^5	10^4	10^5	10^4	10^5
C , мг/л	0,02	0,05	0,001	0,01	0,0001	0,0005

$F_r = 0,4 \text{ [мг/(кг·сут)]}^{-1}$	0,54	0,54	7,0	7,0	12	12
--	------	------	-----	-----	----	----

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические рекомендации
по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «БОЛЬШОЙ ПРАКТИКУМ ПО ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ»
для студентов направления подготовки
05.03.06 Экология и природопользование
Направленность (профиль)
Экология и экологическая безопасность

ВВЕДЕНИЕ

Целью преподавания дисциплины «Большой практикум по оценке воздействия на окружающую среду» является формирование основ знаний по оценке воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, изучение порядка и процедуры оценки воздействия на окружающую среду в РФ в соответствии с действующим законодательством, а также воздействия различных видов хозяйственной деятельности на окружающую среду.

В задачи учебной дисциплины входит:

- научно-исследовательской и производственно-технологической работе в области охраны окружающей среды и получения новых методов оценки, анализа и исследования параметров окружающей среды,
- модернизации существующих и разработке новых методов моделирования прогнозирования и оценки воздействия на окружающую среду,
- решению научно-исследовательских и прикладных задач, возникающих при проектировании оценки на окружающую среду,
- поиску и анализу профильной научно-технической информации, необходимой для решения конкретных инженерных задач.
- закрепление теоретических положений дисциплины на лабораторных занятиях.

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При выполнении самостоятельного изучения теоретического материала студент должен руководствоваться следующими правилами. За основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины в библиотеке СКФУ. Согласно плану-графику аудиторных занятий и самостоятельной работы, на изучение отдельных тем отводится разное количество часов. Значительная часть самостоятельной работы студента должна отводиться на усвоение полученного на лекции материала по пройденной теме, написании конспекта по заданным теоретическим блокам, поиску дополнительной литературы на базе библиотеки СКФУ и в системе интернет.

Весь охваченный теоретический материал должен быть осмыслен и переработан для более глубокого осмысления полученных данных. Все это поможет в тестировании и подготовке к экзамену.

Методические рекомендации при подготовке к собеседованию

Изучение основных разделов медицинской биохимии заканчивается проведением контрольных занятий, на которых обобщается весь материал по данной части учебной программы.

Собеседование представляет собой не только одну из форм текущего контроля, но и одну из активных форм учебных занятий, проводимых как в виде беседы преподавателя со студентами, так и в виде семинара, посвященного обсуждению определенной темы.

Целями собеседования являются: выяснение у студентов знаний, их углубление (повышение) и закрепление по той или иной теме курса; формирование у студентов навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.

Основная задача собеседования – пробудить у студента стремление к чтению и использованию дополнительной литературы. На собеседование могут выноситься как проблемные (нередко спорные теоретические вопросы), так и вопросы, требующие самостоятельного изучения, а также более глубокой проработки.

На самостоятельную подготовку к собеседованию студенту отводится 1-3 недели. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы и составление конспекта.

Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется изучить контрольные вопросы по данному занятию, теоретический материал, изложенный в лабораторном практикуме, обратить внимание на технику безопасности и изучить методику проведения опытов. В протоколе должны быть отражены следующие разделы:

1. Номер занятия.
2. Название лабораторной работы.
3. Цель работы.
4. Ход выполнения работы.
5. Результаты.
6. Выводы.

Методические рекомендации по подготовке презентаций и докладов

Доклад должен содержать элементы новизны, наряду с фундаментальным аспектом должен быть проведен анализ современного состояния изучаемой проблемы, а также включенность в региональную проблематику.

Доклад должен состоять из введения, теоретической части, заключения, списка литературы и презентации, раскрывающей суть темы в графиках, картинках, схемах, формулах.

Доклад рекомендуется представлять в объеме 1 печатный лист. Текст работы должен быть напечатан через 1,5 интервала на одной стороне стандартного листа белой бумаги (А4). Текст и другие отпечатанные элементы работы должны быть черными, контуры букв и знаков – четкими, без ореола и затенения. Шрифт Times New Roman, кегель 14. Названия глав и параграфов выделяются полужирным шрифтом. Лист с текстом должен иметь поля: слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху – 20 мм, снизу – 20 мм. Нумерация страниц текста делается в правом нижнем углу листа. Проставлять номер страницы необходимо со страницы, где печатается «Введение», на которой ставится цифра «3». После этого нумеруются все страницы, включая приложения.

Между названием главы и названием параграфа этой главы ставится пробел равный двум интервалам, а название параграфа не должно отделяться от текста этого параграфа пробелом. Названия параграфов отделяются от текста предыдущего параграфа пробелом, равным двум интервалам. Каждая глава, а также введение, выводы, приложения и список использованной литературы начинаются с новой страницы. Слово «Глава» не пишется. Главы имеют порядковые номера в пределах всей работы, обозначаемые арабскими цифрами (например: 1, 2, 3), после которых ставится точка. Слово «параграф» или значок параграфа в названии не ставятся. Параграфы имеют порядковые номера в пределах глав, обозначаемые арабскими цифрами (например: 1.1. и 1.2.). Заголовки глав и параграфов в тексте работы должны располагаться по центру, точку в конце названия главы и параграфа не ставят. Не допускается переносить часть слова в заголовке. 4.5. Нумерация таблиц и рисунков может быть сквозной или соотноситься с номером главы и параграфа. Например, если таблица или рисунок включены в текст первого параграфа второй главы, нумерация следующая: Таблица 2.1.1., рис. 2.1.1. Последняя цифра означает порядковый номер таблицы (или рисунка) в данном параграфе. Таблица помещается в качестве следующей страницы после первого упоминания о ней в тексте.

ТЕМАТИКА для самостоятельного изучения

1. Правовое обеспечение ОВОС.
2. Цели, задачи и принципы ОВОС.
3. Источники и виды загрязнения окружающей среды.
4. Основные требования и положения ФЗ «Об экологической экспертизе»
5. Требования приказ Минприроды РФ №372 от 2000 года
6. Понятие и сущность ОВОС
7. Субъекты и объекты ОВОС
8. Права, обязанности и ответственность субъектов ОВОС
9. Этапы ОВОС
10. Развитие ОВОС за рубежом
11. Понятие и сущность стратегической экологической оценки
12. Порядок проведения ОВОС в РФ.
13. Система управления ОВОС в РФ.
14. ОВОС в соответствии с регламентом Европейского банка реконструкции и развития.
15. Общая схема процесса оценки воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду. Современные требования к составу и содержанию результатов ОВОС.
16. Особенности в организации процедуры ОВОС. Требования к процедуре ОВОС для объектов государственной экологической экспертизы.
17. Сущность проведения исследований по оценке воздействия на окружающую среду.
18. Понятие и сущность технико-экономического обоснования (ТЭО)
19. Исходные данные и состав раздела «Анализ состояния территории намечаемого строительства» (климатическая характеристика, геология и гидрогеология, гидрология, растительность и почвы, животный мир, социально-экономическая характеристика территории, особо охраняемые территории).
20. Выявление возможных воздействий намечаемой деятельности на окружающую среду. Сущность рассмотрения альтернатив.
21. Определение мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, оценка эффективности мероприятий и возможности реализации проекта.
22. Участие общественности в процессе ОВОС.
23. Алгоритм участия общественности в процессе ОВОС.
24. Международная Конвенция ЭСПО и ее значение.
25. Оценка воздействия на атмосферный воздух.
26. Сущность заявления о воздействии на окружающую среду.
27. Техническое задание на ОВОС.
28. Оценка воздействия на водные ресурсы.
29. Оценка воздействия на литосферу.
30. Оценка воздействия на объекты растительного и животного мира.
31. Процедура ОВОС.
32. ОВОС - основа экологической экспертизы проектов.
33. Понятие, цель, задачи стратегической экологической оценки.

34. Отличие ОВОС от Анализа экологической оценки (АЭО)
35. Методы ОВОС и их сущность.
36. Понятие и сущность метода географических аналогий.
37. Понятие и сущность метода совместного анализа карт.
38. Понятие и сущность метода потоковых диаграмм и сетевых графиков.
39. Понятие и сущность метода Бателле для оценки воздействия на окружающую среду.
40. Понятие и сущность метода оценки воздействия на окружающую среду с помощью изменения в производительности.
41. Понятие и сущность метода оценки воздействий на окружающую среду на основе анализа «затраты-эффективность».
42. Понятие и сущность метода косвенной оценки по превентивным расходам.
43. Метод оценки воздействия на окружающую среду с помощью стоимости воссоздания.
44. Понятие и сущность метода оценки воздействия на окружающую среду с помощью затрат на перемещение.
45. Понятие и цели инженерно-экологических изысканий.
46. Состав материалов ОВОС.
47. Развитие ОВОС в Российской Федерации.
48. Понятие и типы альтернатив.
49. Сущность оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при выборе площадки, разработке технико-экономических обоснований и проектов строительства (реконструкции, расширения и технического перевооружения) хозяйственных объектов и комплексов.
50. Специфика оценки воздействия на окружающую среду при гидротехническом строительстве.
51. Специфика оценки воздействия на окружающую среду при водозаборе и водоотведении в водный объект.
52. Специфика оценки воздействия на окружающую среду при дноуглублении морской акватории.

ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАНИЯ:

1. Рассчитайте величину залпового сброса сточных вод в единицах относительной токсичной массы (етм), если объем сброса сточных вод $q = 25 \text{ м}^3$ и $pH = 5,5$. Дать правильный ответ
Ответы: а) 2,5; б) 1,25; в) 0,5; г) 0,25; д) 0,025.
2. Рассчитайте величину залпового сброса сточных вод в единицах относительной токсичной массы (етм), если объем сброса сточных вод $q = 15 \text{ м}^3$ и $pH = 10,5$. Дать правильный ответ
Ответы: а) 15; б) 10; в) 1,5; г) 0,5; д) 0,15.
3. Рассчитайте величину коэффициента соответствия экологическим требованиям КА, если для всех загрязняющих веществ выполняется соотношение $V_i = 3ПДС_i$; и $ПДВ_i = 3V_i$, где V_i - фактическая величина сбросов и выбросов загрязняющих веществ. Дать правильный ответ
Ответы: а) 3; б) $\sqrt{3}$; в) 1; г) 0,33; д) $\sqrt{0,33}$
4. Рассчитайте суммарный показатель загрязнения почв, в которых присутствуют:

Элемент	Pb	Cd	Hg	Ni	Zn	Cr ⁺⁶	Mn	V
---------	----	----	----	----	----	------------------	----	---

(валовые формы) песчаные почвы								
Концентрация, мг/кг	48	0,15	2,3	40	65	0,03	1800	200

5. Установите опасность загрязнения почв. Рассчитайте суммарный показатель загрязнения почв, в которых присутствуют (валовое содержание):

Элемент	Кадмий	Свинец	Цинк	Мышьяк	Ртуть	Никель	Медь	Ванадий	Марганец
Концентрация валовых форм, мг/кг почвы	0,85	21,2	10,06	1,37	0,013	14,05	16,16	700,89	81,1

6. Заполните таблицу, выбрав из нормативных документов значения ПДКсс и рассчитав приведенную массу загрязняющих веществ

Вещество	ПДКсс	Выброс из трубы ТЭЦ, т/год	Приведенная масса ЗВ из трубы ТЭЦ	Выброс по району, т/год	Приведенная масса ЗВ из трубы ТЭЦ
NO ₂		7468,728		12500	
Зола (по 2908)		6344,433		11360	
SO ₂		3995,604		5640	
NO		1213,735		2028	
CO		29,639		3548	
Пыль каменного угля		8,196		10,800	
Взвешенные частицы PM _{2,5}		0,624		5,36	
			Σ		Σ

ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЭКЗАМЕН:

1. Сущность заявления об экологических последствиях.
2. Правовые акты Российской Федерации, регламентирующие проведение оценки воздействия на окружающую среду.
3. Оценка воздействия на биоресурсы при различных видах планируемой хозяйственной деятельности.
4. Подготовка Заявления о воздействии на окружающую среду.
5. Субъекты и объекты ОВОС.
6. Оценка воздействия на атмосферный воздух при различных видах планируемой хозяйственной деятельности.

7. Сходство и различие подходов к оценке воздействия на окружающую среду в России и за рубежом.
8. Состав раздела проектной документации по оценке воздействия на окружающую среду для линейных объектов.
9. Специфика оценки воздействия на окружающую среду при гидротехническом строительстве.
10. Понятие и цели оценки воздействия на окружающую среду.
11. Оценка воздействия на растительный и животный мир при различных видах планируемой хозяйственной деятельности.
12. Программа ПЭМ поверхностных вод как часть раздела ООС проектной документации.
13. Виды экологической экспертизы.
14. Состав раздела проектной документации по оценке воздействия на окружающую среду для объектов капитального строительства
15. Специфика оценки воздействия на окружающую среду при водозаборе и водоотведении в водный объект.
16. Значение международной Конвенции «Об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте» для Российской Федерации.
17. Требования к материалам ОВОС.
18. Применение результатов инженерно-экологических изысканий при разработке раздела ООС проектной документации.
19. Этапы/стадии проведения оценки воздействия на окружающую среду.
20. Состав проектной документации, необходимый для разработки раздела ООС при внедрении новых технологических процессов, намечаемой деятельности.
21. Принципы и сущность оценки воздействия на окружающую среду.
22. Оценка воздействия на поверхностные воды при различных видах планируемой хозяйственной деятельности.
23. Специфика работ на участках ООПТ при строительстве объектов.
24. Порядок проведения государственной экологической экспертизы.
25. Оценка воздействия на литосферу/почвы при различных видах планируемой хозяйственной деятельности.
26. Источники загрязнения поверхностных вод при строительстве гидротехнических сооружений.
27. Участие общественности в вопросах ОВОС при проектировании объекта.
28. Инженерные изыскания при строительстве. Их применение при разработке раздела ООС проектной документации.
29. Программа ПЭМ почв/донных отложений как часть раздела ООС проектной документации
30. Объекты государственной экологической экспертизы регионального уровня, для которых процедура ОВОС является обязательной.
31. Источники загрязнения окружающей среды в РФ, примеры их воздействия на окружающую среду.
32. Программа ПЭК аварийных ситуаций как часть как часть раздела ООС проектной документации.

33. Объекты государственной экологической экспертизы федерального уровня, для которых процедура ОВОС является обязательной.
34. Источники и уровень загрязнения на территории Республики Крым, примеры их воздействия на окружающую среду.
35. Воздействие отходов производства и потребления на окружающую среду при возведении объектов капитального строительства.
36. Общественные слушания по вопросу оценки воздействия на окружающую среду, сущность и порядок их проведения.
37. Источники загрязнения морских вод, прилегающих к Крыму, примеры их воздействия на окружающую среду.
38. Оценка воздействия на окружающую среду вследствие возможных аварийных ситуаций при эксплуатации линейных объектов.
39. Общественная экологическая экспертиза.
40. Специфика оценки воздействия на окружающую среду при работах в рыбоохранных зонах.
41. Применение результатов инженерно-гидрометеорологических изысканий при разработке раздела ООС проектной документации.
42. Принципы экологической экспертизы.
43. Специфика оценки воздействия на окружающую среду при дноуглублении морской акватории.
44. Программа ПЭМ атмосферного воздуха как часть раздела ООС проектной документации.
45. Основные положения оценки воздействия на окружающую среду.
46. Специфика оценки воздействия на окружающую среду при работах в водоохранных зонах.
47. Программа ПЭМ растительного и животного мира как часть раздела ООС проектной документации.
48. История становления практики проведения оценки воздействия на окружающую среду в зарубежных странах.
49. Разделы проектной документации, разрабатываемые для объектов капитального строительства.
50. Особо охраняемые природные территории. Мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной деятельности на участках ООПТ.
51. Становление практики проведения оценки воздействия на окружающую среду в Российской Федерации.
52. Разделы проектной документации, разрабатываемые для линейных объектов.
53. Отходы производства и потребления при строительстве и эксплуатации объектов. Мероприятия по снижению их воздействия на окружающую среду

Перечень основной литературы:

1. Медведева, Светлана Алексеевна. Экология техносферы. Практикум : учебное пособие / С. А. Медведева, С. С. Тимофеева. — Москва: Форум Инфра-М, 2014. — 200 с.: ил. — Высшее образование. — Библиогр.: с. 155. — ISBN 978-5-91134-848-9. — ISBN 978-5-16-009543-1.

2. Савичев, Олег Геннадьевич. Теоретические основы охраны окружающей среды : учебное пособие для вузов / О. Г. Савичев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 125 с.: ил. — Библиогр.: с. 114-122.

3. Экология города : учебное пособие для вузов / В. В. Денисов [и др.]. — 2-е изд. — Ростов-на-Дону; Москва: МарТ, 2011. — 832 с.: ил. — Учебный курс. — Библиогр.: с. 821-823. — ISBN 978-5-241-00900-5. — ISBN 978-5-241-00821-3.

4. Зайцев, Валентин Алексеевич. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / В. А. Зайцев. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 382 с.: ил. — Библиогр.: с. 376-378. — ISBN 978-5-9963-0812-5.

5. Волков, Юрий Викторович. Экологическое проектирование, оценка воздействия на окружающую среду и сертификация. Часть I. [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. В. Волков, А. Г. Дашковский; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.16 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011.

Перечень дополнительной литературы

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий. Издание 2013.

2. Положение «Об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации» (утв. приказом Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. N 372)

3. Федеральный закон от 23 ноября 1995 г. N 174-ФЗ "Об экологической экспертизе".

4. Букс И.И., Фомин С.А. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) Москва Издательство МНЭПУ 1998

5. Федеральный закон "О санитарно-гигиеническом благополучии населения" от 30.03.99 г. №52-ФЗ

6. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л., 1987.

7. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов ЗВ в атмосферный воздух. СПб., 2002.

8. Перечень методических документов по расчету выделений (выбросов) ЗВ в атмосферный воздух НИИ Атмосфера.

9. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях" (с изменениями от 30 декабря 2001 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 9 мая 2005 г., 4 декабря 2006 г., 23 марта, 10 мая 2007 г.)

10. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. N 74-ФЗ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**«БОЛЬШОЙ ПРАКТИКУМ ПО ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ»
Методические рекомендации для написания курсовой работы**

Направление подготовки
05.03.06 - Экология и природопользование
Направленность (профиль)
«Экология и экологическая безопасность»
Квалификация выпускника
бакалавр

Ставрополь 2026

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование – предусматривает выполнение каждым студентом курсовой работы. Курсовая работа представляет собой выполненную в письменном виде самостоятельную учебную работу, раскрывающую теоретические и практические проблемы избранной темы. Курсовая работа является важнейшей формой самостоятельной работы студентов. Это одно из первых исследований, в котором студенты в полной мере проявляют и развивают свои творческие способности, аналитические умения, изучая определенную тему за рамками учебного материала.

Выполнение курсовой работы предполагает углубление и систематизацию полученных знаний как по общепрофессиональным, так и по специальным дисциплинам. Курсовая работа содержит все основные элементы и свойства эвристического поиска – от постановки проблемы и обоснования её актуальности до получения научно подтвержденного обобщения и литературного оформления информации. В ходе выполнения работы студент овладевает основными методами и техникой научного исследования, вырабатывает потребность постоянного поиска новой информации, что является необходимым условием профессионального роста.

Настоящие методические указания содержат общие положения по организации и выполнению данного вида исследования, требования к структурным, содержательным, инструментальным аспектам курсовых работ, рекомендации по их оформлению и защите.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ О ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВЫХ РАБОТ

Цели и задачи курсовой работы

Значительное развитие навыков самостоятельной учебной, исследовательской и научной работы студентов происходит в процессе выполнения курсовых работ. Выполнение курсовой работы имеет целью обогащение знаний студентов, обучение методам теоретического анализа явлений и закономерностей науки, выработку навыков применения теоретических знаний к комплексному решению профессиональных задач, использования

справочной литературы, методы математической обработки экспериментальных данных, компьютерных технологий. Системой курсовых работ студент подготавливается к выполнению выпускной квалификационной работы.

В процессе выполнения курсовой работы (творческого проекта) студентом должны решаться следующие задачи:

1. Приобретение новых теоретических знаний в соответствии с темой работы и заданием руководителя.
2. Развитие умений систематизировать, обобщать и логично излагать концепции, альтернативные точки зрения исследуемых проблем.
3. Развитие учебно-исследовательских и методических умений, необходимых для построения системы научного анализа изучаемого аспекта.
4. Совершенствование профессиональной подготовки.

Тематика курсовых работ

Одним из важнейших компонентов в системе постановки курсовой работы является правильное определение тематики.

Тематика курсовых работ должна быть актуальной, отвечать учебным задачам данного предмета, а также потребностям науки и практики. Актуальность тематики курсовых работ – это, прежде всего, научность, современность и направленность к получению студентами навыков самостоятельной творческой работы.

Темы курсовых работ должны быть комплексными, т.е. содержать ряд взаимосвязанных между собой проблем и строиться на фактическом материале профильных предприятий и учреждений, а также на итогах учебной производственной практики студентов, на научных работах членов кафедры, студенческих научных кружков и проблемных групп, с использованием новейших достижений отечественной и зарубежной науки, актуальных прикладных аспектов.

Темы курсовых работ определяются и утверждаются кафедрами, ведущими дисциплины, по которым учебными планами предусмотрены курсовые работы, и деканом факультета.

Руководителем курсовой работы является, как правило, преподаватель, ведущий данную дисциплину или практические занятия, или иной преподаватель кафедры, обладающий методическим опытом и научной квалификацией.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КУРСОВЫМ РАБОТАМ

1. Выбор темы, регистрация и сдача курсовой работы на кафедру

Тематика курсовых работ ежегодно разрабатывается профессорско-преподавательским составом кафедры ботаники, зоологии и общей биологии отдельно для каждого курса с указанием предполагаемых научных руководителей по каждой теме. Студентам предоставляется право свободного выбора темы из предложенного списка курсовых работ. Изменение темы курсовой работы допускается по согласованию с научным руководителем и заведующим кафедрой. Студенты могут также предложить свою тему с обоснованием целесообразности её исследования.

Не допускается выбор одной и той же темы двумя студентами.

После выбора темы студент должен написать заявление на имя заведующего кафедрой об утверждении темы и назначении научного руководителя (См. приложение 1).

Темы курсовых работ и научные руководители утверждаются на заседании кафедры до 15 сентября. Решение оформляется распоряжением директора института та по предложению кафедры.

Сроки сдачи на кафедру окончательного варианта курсовой работы 1-го апреля.

Защита курсовых работ, предусмотренных учебным планом, проводится до 15 апреля.

Студент, не представивший в установленный срок курсовой работы или не защитивший ее по уважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

Курсовые работы, представляющие теоретический и практический интерес, могут представляться на конкурс в студенческие и научные общества, конференции, отмечаться приказом по университету. Выполненные работы после их защиты должны храниться на кафедре в течение 2 лет, затем работы, не представляющие для кафедры интерес, уничтожаются.

2. Выполнение курсовой работы студентом

Тему курсовой работы студентам дневного отделения рекомендуется выбирать исходя из того, в какой области практической деятельности в дальнейшем они планируют работать. Студентам заочного отделения целесообразно выбирать тему,

непосредственно связанную с их практической деятельностью по специальности.

Подбор литературы по теме курсовой работы осуществляется студентом самостоятельно.

Научный руководитель:

- помогает определить основные направления работы;
- выдаёт студенту общее и частные задания и контролирует их выполнение;
- оказывает помощь студенту в составлении плана работы, уточняя его по мере необходимости;
- оказывает помощь в разработке методологического и методического аппарата исследования;
- оказывает редакторскую помощь в оформлении текста работы;
- указывает наиболее важные научные источники, которые следует использовать при ее написании.

Содержание курсовой работы должно соответствовать ее теме и плану. За достоверность информации и обоснованность принятых в курсовой работе решений, содержание, оформление, за своевременную сдачу работы на кафедру ответственность несет студент.

3. Структура и объем курсовой работы:

- *Титульный лист.* Оформляется по образцу.
- *Содержание.* Включает порядок расположения отдельных частей курсовой работы с указанием страниц, на которых соответствующий раздел начинается (См. приложение 3).
- *Введение.* В нем автор обосновывает актуальность, объект, предмет, источниковую базу, хронологические рамки, методы, практическую значимость, а также указывает цель и задачи проводимого исследования.
- *Основная часть.* Структура основной части может меняться в зависимости от специфики и направления выполняемой работы. Структура основной части устанавливается научным руководителем и кафедрой самостоятельно.
- *Заключение (или выводы).* В заключении подводится итог проведенному исследованию, формулируются предложения и выводы автора, вытекающие из всей работы.
- *Список литературы.* В список литературы включаются только те работы, на которые сделаны ссылки в тексте курсовой работы. Список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008.
- *Приложения.* Приводятся используемые в работе копии анализируемых журналистских материалов, документы, таблицы, графики, схемы и др. (аналитические табличные и графические материалы могут быть приведены также в основной части).

Общий объем курсовой работы **без приложений** должен составлять **около 1.5 авторских листа**. Один авторский лист равен приблизительно 32 листам стандартного набора (40000 знаков – общий объем работы и 1800 знаков на странице, включая

междусловные интервалы и знаки препинания).

4. Защита курсовой работы

Защита курсовой работы является обязательной формой проверки выполнения работы. Защита проводится на заседании кафедры, научно-методического семинара кафедры, научной проблемной группы, в специальной комиссии из 2-3 человек, выделенной кафедрой, при непосредственном участии руководителя, в присутствии студентов. Результаты наиболее интересных курсовых работ могут быть доложены на научных конференциях.

Защита состоит в коротком докладе студента по выполненной работе и в ответах на вопросы. Вопросы задаются присутствующими на защите преподавателями и студентами. Результаты защиты курсовой работы оцениваются дифференцированной отметкой по пятибалльной системе. Оценка курсовой работы записывается в ведомость, составляемую в 2-х экземплярах, один из которых хранится в делах кафедры, другой представляется в директорат института.

5. Оценка курсовой работы

При оценке курсовой работы учитываются такие признаки, как:

- обоснование выбора темы и проблемы исследования, степень её актуальности;
- самостоятельность и глубина исследовательского поиска;
- многообразие привлеченных источников, адекватность использованной литературы изучаемой проблеме;
- критическое использование научной литературы в зависимости от её методологической принадлежности и соответствия критерию современности;
- раскрытие различных точек зрения, их сопоставление, высказывание собственного отношения к ним;
- адекватность подобранных методов исследования сформулированной проблеме и целям исследования;
- умелое применение оригинальных методов исследования;
- умение анализировать, интерпретировать журналистские материалы и средства массовой информации;
- наличие после каждой логической части исследования четких, отражающих суть изучаемого явления выводов;
- степень практической значимости полученных результатов;
- наличие в работе конкретных рекомендаций, оценка возможности их реализации в практике деятельности журналистов;
- правильность оформления каждой части работы и сопроводительного материала (список использованной литературы, схемы, таблицы и т.д.);
- адекватность языковых средств для детализации различных компонентов предмета исследования;

- уровень профессиональных знаний, умений и навыков, продемонстрированных во время публичной защиты курсовой работы.

По результатам защиты курсовая работа оценивается: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** ставится в том случае, если:

- тема раскрыта глубоко, всесторонне, в соответствии с поставленными задачами;
- методологически верно обоснована её проблематика;
- в работе содержится обстоятельная обобщенная характеристика достижений науки в рассматриваемой области, вскрыты существующие проблемы и противоречия, показаны возможные пути их разрешения;
- представлен грамотный и обоснованный анализ журналистских материалов и средств массовой информации;
- в выводах и рекомендациях полно и правильно определены теоретические позиции и результаты личного исследования;
- соблюдены требования логики и ясности изложения;
- с помощью приложений конкретизируется содержание, раскрывается личный опыт деятельности автора;
- внешнее оформление соответствует нормативным требованиям;
- во время защиты студент в выступлении в рамках отведенного для этого времени емко и четко формулирует основные положения своей работы, излагает сущность проведенного исследования, а также демонстрирует глубокие знания и понимание представленной в исследовании научной проблемы в ходе дискуссии.

Оценка **«хорошо»** ставится, если при осуществлении вышеназванных требований имеются отдельные погрешности.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если курсовая работа раскрывает тему, но в освещении отдельных вопросов и выполнении требований автором допущены ошибки и неточности (нарушение логики, неполнота анализа и выводов, неточность в обзоре источников, нарушение требований оформления, отсутствие приложений и др.).

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится при отсутствии в работе одного из основных разделов (введения, одной из глав, выводов и др.); при нарушении логики в изложении материала, несоразмерности частей; если имеются существенные неточности и несогласования в разработке проблемы; если работа выполнена не самостоятельно, а просто механически, бездумно (компилятивно) переписана из источников; если студент на защите не владеет материалом, не в состоянии ответить на большинство заданных по существу работы вопросов.

6. Требования к структурным элементам курсовой работы

6.1. Содержание

В содержание должны быть введены все разделы курсовой работы, начиная с введения, с указанием страницы, с которой они начинаются. Главы и параграфы (подпункты) должны иметь и нумерацию, и название.

6.2. Введение

Во введении обосновывается *актуальность* темы (социальная, научная, практическая значимость исследуемого вопроса); формулируется *проблема и круг вопросов*, необходимых для её решения; определяются *цель* работы, *объект*, *предмет* исследования (при необходимости формулируется *гипотеза*) и комплекс *задач*, подлежащих решению для раскрытия темы или проверки гипотезы; указываются *методы* исследования, *источниковая база*, *хронологические рамки*, *практическая значимость*. Во введении по возможности обосновываются предполагаемая *научная новизна* работы, а также указывается, где были *апробированы* материалы курсовой работы. Объем введения 3-5 страниц.

Проблема исследования – это область неизвестного, но востребованного в научном знании. Это «знание о незнании», т.е. выражение потребности в изучении какой-то области реальной действительности с тем, чтобы иметь возможность активно влиять на разрешение тех противоречий, природа и особенности которых еще не вполне ясны и потому не поддаются эффективному изменению и регулированию. Таким образом, грамотно сформулированная проблема – это указание на противоречие, образовавшееся (выявленное) в изучаемой области, на знание, которого еще нет, но которое обязательно необходимо получить, чтобы разрешить обозначенное противоречие.

Степень изученности показывает ваше знакомство с историей вопроса, здесь перечисляются основные труды ученых и специалистов, ближайшие по тематике к вашей работе, выясняются предметы этих исследований.

Исходя из степени изученности – формулируется *новизна работа*: что-то исследовалось до вас, но «этот аспект», либо «в этом ключе» научных изысканий до вас не проводилось.

Гипотеза исследования – это предположение, при котором на основе ряда фактов делается вывод о существовании объекта, связи или причины явления, причем этот вывод нельзя считать вполне доказанным. В процессе разработки гипотеза разворачивается в систему или иерархию определенных высказываний, в которых каждый последующий элемент вытекает из предыдущего. Наиболее грамотными, а потому предпочтительными гипотезами являются объяснительные по своей сути гипотезы. В них не просто описываются свойства и связи явления, а делаются предположения о причинно-следственных зависимостях в изучаемых процессах и явлениях. Именно такие гипотезы в состоянии показать перспективу и процедуры их экспериментальной проверки.

Цель исследования – ориентирует на анализ и решение проблемы в двух основных направлениях: теоретическом и прикладном. В курсовой работе обычно формулируется одна основная цель, отражённая и в заголовке. Связь заголовка с целью – одна из ключевых при формулировке цели.

Научные работы нацелены на приобретение некоего нового знания о предмете. Поэтому целями не могут быть исследовательские операции. Формулировки, начинающиеся со слов «проанализировать», «исследовать», могут считаться ошибочными, если не подкрепляются дополняющим – «с целью». Формулировку цели правильно начинать со слов: «определить», «охарактеризовать», «выявить», «найти», «сформировать/создать» или близких по значению синонимов.

Цель не должна подменяться *гипотезой*. Поэтому неверно начинать формулировку цели со слов «доказать». При такой цели вас можно упрекнуть в фальсификации результатов, которые подогнаны под необходимую гипотезу.

Объект исследования – это указание на то, на что направлен процесс познания. Определяя объект исследования, следует дать ответ на вопрос: что рассматривается? Связь объекта и предмета легко запоминаются по формуле: «исследуем такой-то объект

на предмет чего-то». Всегда в объекте содержится предмет, а не наоборот.

Предмет исследования – это указание на наиболее значимые с теоретической или практической точки зрения свойства, стороны, проявления, особенности объекта, которые подлежат непосредственному изучению в рамках намечающегося исследования. Это угол зрения на объект, аспект его рассмотрения, дающий представление о том, что конкретно будет изучаться в объекте, как он будет рассматриваться, какие новые отношения, свойства, функции будут выявляться. *Предмет исследования* совпадает с названием работы и содержится в цели сразу после сказуемого («выявить... что?», «определить... что?», «сформировать... что?»).

Задачи исследования – это алгоритм достижения цели исследования. Это ступеньки, на каждой из которых производится та или иная исследовательская операция, решается конкретная исследовательская проблема.

Первое место в списке занимают *теоретические задачи*, осмысляющие или обобщающие, выявляющие типологические характеристики некоего явления, раскрывающие тенденцию в журналистике. Задачи, которые соответствуют теоретической главе в курсовой работе.

Следующие – *практические задачи*. Формулировка начинается со слов «проанализировать», «исследовать с позиций» и др. Эта группа задач направлена на объект вашего исследования. Какие операции вы должны провести над объектом, чтобы раскрыть свойства предмета.

Третья группа задач – осмысляющая полученные результаты, задача по сбору, сопоставлению, систематизации данных, анализу полученных результатов, соотнесению с гипотезами и формулировке научного заключения по цели.

Задачи исследования коррелируют с параграфами вашего исследования.

Источниковая база исследования – конкретизация вашего объекта, указание выбранных для анализа средств массовой информации или журналистских текстов и объяснение выбора.

Хронологические рамки – это обоснование временного периода, за который исследуются журналистские материалы или средства массовой информации.

Теоретико-методологическая база. Здесь перечисляются виды теоретического знания, методы, используемые в вашей работе, а также собственно методология. Показывается обоснованность применения именно этих методов.

Практическая значимость исследования предполагает возможность использования результатов работы в практической, учебно-педагогической, научной деятельности журналистов.

Структура работы. Здесь перечисляются основные части работы, начиная с введения, заканчивая списком литературы. Обычно эта формулировка приобретает следующий вид, например: «Работа состоит из введения, 2-х глав (указывается количество глав), заключения, списка литературы (столько-то наименований, указывается цифрой количество) и (если есть, указывается цифрой количество) приложений».

6.3. Основная часть

Основная часть курсовой работы состоит из 2-3-х *соразмерных* глав, которые в свою очередь разбиты на *соразмерные* параграфы (подпункты). Структура основной части должна продемонстрировать последовательность, логичность, стройность развития исследования. Каждая глава и параграфы должны заканчиваться выводами.

6.4. Заключение

В заключении приводится краткий обзор проведенной в исследовании работы, излагаются теоретические и практические выводы, к которым пришел студент в результате исследования. Выводы должны быть краткими и четкими, дающими полное представление о содержании, значимости, обоснованности и эффективности предлагаемых разработок. Объем заключения - 2-4 страницы.

6.5. Список литературы

Включает не менее 30 различных источников, использованных при написании работы. Отдельно выделяется раздел «Источники», если кроме научной литературы используются документы, архивные материалы, тексты передач и др.

В список литературы могут быть также включены online-материалы с указанием их электронного адреса и даты захода на сайт.

6.6. Приложения

В приложение следует помещать вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст.

К вспомогательному материалу относятся промежуточные расчёты, таблицы вспомогательных цифровых данных, инструкции, методики, распечатки, иллюстрации вспомогательного характера, заполненные формы отчетности и других документов, схемы, карты, диаграммы.

Если приложений больше 10, их целесообразно объединить по видам.

ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Общие правила оформления

1.	Объем работы	~ 30 с. формата А 4
2.	Текст работы	Набирают в формате <i>doc (docx)</i> , в текстовом редакторе <i>Microsoft Word</i>
3.	Гарнитура шрифта	<i>Times New Roman</i>
4.	Кегль шрифта	14 pt (корректно по всему основному тексту); 12 pt (в подстрочных ссылках, подрисующих подписях и источниках к инфографическим материалам)

5.	Межстрочный интервал	1,5 интервала (в основном тексте); 1 интервал (в подстрочных ссылках, подрисуночных подписях и источниках к инфографическим материалам);
-----------	-----------------------------	---

		2 интервала между заголовками глав (параграфов) и текстом.
6.	Формат листа	A 4 (210 x 297 мм)
7.	На странице	~ Около 2000 знаков (30 строк, 60–70 знаков в строке)
8.	Ориентация страницы	Книжная
9.	Выравнивание текста	По ширине; запрет висячих строк
10.	Абзацный отступ	Стандартный – 1,25 см
11.	Переносы	Автоматические; в заголовках переносы не допускаются
12.	Поля страницы	Верхнее – 2 см; нижнее – 2 см; левое – 3 см; правое – 1 см
13.	Нумерация страниц	Сквозная, автоматическая, проставление страниц начинают после оглавления со с. 3. Титульный лист и оглавление не нумеруют, но учитывают. Нумерация распространяется на библиографический список и приложения. Номер страницы указывают в правом нижнем углу листа.
14.	Титульный лист	Оформляют по установленному образцу (см. <i>Приложение</i>)
15.	Оглавление	Оформляют по установленному образцу

16.	Структурные части работы	Введение (3-5 с.), 2-3 главы (по 10-12 с. каждая, которые могут делиться на параграфы), заключение (2-3 с.), список литературы, приложения. Каждый структурный элемент (Введение, Глава, Заключение, Список литературы) содержания работы начинают с новой страницы. Наименования структурных элементов следует располагать по центру строки без точки в конце, без подчеркивания.
17.	Главы и параграфы	Нумеруют арабскими цифрами (1.). Номер параграфа включает номер главы и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (1.1). Названия глав, параграфов следует печатать с абзачного отступа, с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. Расстояние между заголовком и текстом параграфа должно быть равно 1 интервалу.

18.	Заголовки	Печатаются жирным шрифтом. Заголовки глав и параграфов располагаются по центру. Заголовки глав и параграфов не отделяются интервалом. Заголовки глав печатают прописными буквами (14 pt), заголовки параграфов – строчными, кроме первой буквы заголовка (14 pt). Заголовки всех уровней не берут в кавычки, точки в конце заголовков не ставят. Слово «глава» пишется. Слово «параграф» не пишется.
19.	Список литературы	Нумеруют и составляют в алфавитном порядке фамилий авторов и заглавий (для описания под заглавием) по правилам краткого библиографического описания. В списке следуют сначала источники на русском языке, затем – на иностранных языках.
20.	Ссылки на источники информации	Ссылки должны быть только подстрочными или внутри-текстовыми. Ссылки на электронные ресурсы должны быть активными.

21.	Приложения	Обозначают арабскими цифрами после заголовка «Приложение», который набирают курсивом с прописной Буквы. После арабской цифры ставится точка, за ней с прописной буквы следует тематический заголовок приложения (кроме материалов инфографики). Приложения располагают в порядке ссылок на них в основном тексте Инфографика Фотографии, рисунки, схемы, диаграммы, графики, чертежи должны быть пронумерованы, иметь тематический заголовок/подписи, сведения об источнике, если они заимствованы, и входить в состав приложений. Слова «Фотография», «Рисунок», «Схема», «Диаграмма», «График», «Чертеж» и тематический заголовок помещают непосредственно под инфографическим материалом и располагают по центру. Точка в конце заголовка не ставится. Сведения об источнике указываются на следующей строке и форматируются также по центру
22.	Таблицы	Оформляют по общепринятым стандартам (по левому краю перед таблицей ставится нумерационный заголовок с точкой, затем следует набранный с прописной буквы тематический заголовок без точки в конце; головка таблицы, прографка, боковик и т. д.). Располагают непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, если таблица не переносится на следующую страницу. Таблицы, превышающие размер страницы, выносятся в приложения и сопровождаются ссылками в тексте работы.
23.	Печать и переплет	Осуществляют на лазерном или струйном принтере, на обычной (80 г/м²) белой мелованной бумаге, на одной стороне листа. Весь текст печатают черным тоном. Материалы инфографики могут быть черно-белыми или многоцветными. Переплет – мягким (пружинным) или жестким (клееным картонно-дерматиновым). Тиснение на обложке не обязательно.

24.	Подготовленная к защите работа	Представляет собой распечатанный, переплетенный и подписанный у научного руководителя и заведующего кафедрой вариант (в одном экземпляре). После защиты бумажная версия ВКР подлежит обязательному хранению на кафедре в течение пяти лет. На выпускающую кафедру в обязательном порядке сдается и электронный файл ВКР, идентичный переплетенному варианту (можно указать сканы), собранный в один pdfфайл.
-----	---------------------------------------	--

Сноски – обязательный элемент курсовой работы. В курсовой работе сноски могут быть оформлены следующими способами:

1) Наиболее распространенный (и наиболее удобный для читателя) вариант – подстрочные сноски, размещаемые внизу страницы. В сноске помимо библиографических данных книги указывается и страница, на которой размещен цитируемый текст. Все сделанные в работе подстрочные сноски нумеруются отдельно на каждой странице –1,2,3 и т.д.

Например: ...Экстразональными видами мы называем встречающиеся в нескольких зонах.¹ _____

1

Чернов Ю. И. Природная зональность и животный мир суши.- М., 1999. – С. 115.

*Используя возможности **Word** **расставляем сноски**: на панели инструментов выбираем окно «Вставка», а в нем – функцию «ссылка – сноска». Устанавливая формат сноски, выбираем нумерацию сноски «на каждой странице». В этом случае подстрочные сноски будут располагаться именно на той странице, где расположены цитата или фраза.*

2) Внутрстрочные сноски: обычно оформляются в квадратных скобках, где указан номер источника по порядку (в списке литературы) и номер страницы, с которой взята цитата или фраза, например: Т.А. ван Дейк, известный исследователь экологии животных, подчеркивает, что «понимание особенного предполагает также и знание общего» [5, с. 12].

или ...заповедники в России, по справедливому утверждению исследователей, «должны были играть важную роль в сохранении биоразнообразия» [10, с. 509].

3) Внутрстрочные сноски на периодические издания принято оформлять в круглых скобках, с указанием названия издания без кавычек, года выхода издания, номера, страницы, с которой используется цитата. Например: В 1877 году зоогеограф А.П. Богданов назвал характерными признаками ряда видов животных высокий «репродуктивный потенциал»: «Это особенно важно для высокогорных видов, обитающих в суровых условиях» (Известия Кавказского Музея, 1877, №9, с.2).

В приведенных примерах подстрочных и внутрстрочных сносок отражено только **прямое цитирование**. В случае если текст-источник излагается в свободном варианте (т.е. своими словами), то сноски будут оформляться иначе.

Например, сравните: Известный исследователь А. И. Толмачёв, характеризуя современное состояние ботанико-географических исследований, пишет: «Мы должны, прежде всего, обратить внимание на наличие двух научных дисциплин – географии растений и географии растительности»¹.

1

Толмачев А. И.: Введение в географию растений. – Л.: Изд.-во ЛГУ, 1974. – С. 49.

Соответственно **внутристрочная сноска** будет иметь следующий вид [10, с. 49], где 10 – это порядковый номер в списке литературы.

Пример перифразы: Известный исследователь А. И. Толмачев, характеризуя современное состояние ботанико-географических исследований, пишет о наличии двух научных дисциплин – географии растений и географии растительности..

¹См.: Толмачев А. И.: Введение в географию растений. – Л.: Изд.-во ЛГУ, 1974. – С. 49.

Вариант: ¹См. об этом: Толмачев А. И.: Введение в географию растений. – Л.: Изд.-во ЛГУ, 1974. – С. 49.

Соответственно **внутристрочная сноска** будет иметь следующий вид [См.: 10, с. 49] или [См. об этом: 10, с. 49]

Мы перефразировали слова ученого и привели не прямую, а косвенную речь. Смысл фразы не исказился, но изменилась ее форма. Следовательно, в сноске мы должны отразить то, что А. И. Толмачев говорит о состоянии современных исследований, но приведенные нами слова являются свободным изложением авторской мысли.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные при оформлении работы, должны быть исправлены.

Примеры оформления сносок на:

- *книжное издание*

- 1 Иванов А.Л. Флора Предкавказья и её генезис. – Ставрополь: Изд.-во СГУ, 1998. – С.54.

- *статью из коллективного сборника*

- 1 Верещагин Н.И. Заметки о фауне млекопитающих неогена // История отечественной териологии (1917 – 1945): Хрестоматия. Учебное пособие /Сост-ли: И.В. Кузнецов, Р.П. Овсепян, Р.А. Иванова. – М.: Изд.-во Моск. ун-та, 1999. – С. 35.

- *публикацию из собрания сочинений*

- 1 Тимирязев К. А. Жизнь растения // Собр. соч.: В 4-х тт. – Т.3. – М.: Наука, 1985. – С. 67.

- *газетную публикацию*

- 1 Песков А. А. Сохраним редкие виды растений и животных для потомков // Комсомольская правда. – 2000. – 14 марта. - С. 11.

- *журнальную публикацию*

- 1 Менецкий Ю. Л. Проект «Конспект флоры Кавказа» // Ботанический журнал.

При следующих одна за другой ссылках на одну и ту же работу во второй и последующих сносках пишется **Там же**. Например:

1 Башенина Н. Б. Экология обыкновенной полевки. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. – С. 18.

2 Там же. – С. 45.

Если сноски на одну и ту же работу не следуют одна за другой, то в этом случае в последующих сносках пишутся фамилия и инициалы автора и слова **Указ. соч.**

Например:

1.Кучерук В. В. Медицинская зоология. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. – С. 198.

2.Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики. Пермь: Издательство Пермского университета, 1991. – С. 57.

3.Кучерук В. В.. Указ. соч. – С. 98.

Ссылки, воспроизводимые из других источников, оформляются со ссылкой на этот источник. В этом случае после номера сноски пишется **Цит. по:**

2. Нумерация страниц и глав

Страницы работы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляется вверху или внизу страницы. Титульный лист включается в общую нумерацию страницы. Номер страницы на титульном листе не проставляется. Иллюстрации, таблицы, расположенные на отдельных листах, включаются в общую нумерацию страниц.

Главы, пункты и подпункты (кроме введения, заключения, списка литературы и приложений) нумеруются арабскими цифрами, например: глава 1, а вместо слова «параграф» - нумерация 2.1.

3. Графический материал

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки, рисунки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице, если в указанном месте они не помещаются.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в работе.

Каждая иллюстрация должна иметь название, которое помещают под ней. При необходимости перед названием рисунка помещают поясняющие данные.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы. Если в работе только одна иллюстрация, её нумеровать не следует и слово «Рисунок» под ней не пишут.

4. Таблицы

Цифровой материал следует помещать в работе в виде таблиц или диаграмм. На все таблицы и диаграммы должны быть ссылки в тексте.

Таблицы и диаграммы следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы. Номер следует размещать в левом верхнем углу

над заголовком таблицы после слова «Таблица». Допускается нумерация таблиц в пределах раздела. Если в работе одна таблица, её не нумеруют и слово «Таблица» не пишут. Каждая таблица должна иметь заголовок, который помещается ниже слова «Таблица». Слово «Таблица» и заголовок начинаются с прописной буквы, точка в конце заголовка не ставится. Заголовки граф указываются в единственном числе.

Таблицу следует размещать так, чтобы читать её без поворота работы. Если такое размещение невозможно, таблицу располагают так, чтобы её можно было читать, поворачивая работу по часовой стрелке.

5. Оформление списка литературы

Список литературы составляют по алфавиту авторов и названий коллективных работ. Если авторы являются однофамильцами, алфавитный принцип действует в отношении инициалов. Произведения одного автора тоже располагаются в алфавитном порядке.

Если список литературы включает в себя работы на иностранных языках, они размещаются после литературы на русском языке.

Если в список литературы включаются сайты Интернета, они даются в разделе иностранной литературы в соответствии со своим написанием.

Примеры оформления списка литературы (ГОСТ Р 7.05-2008):

Статьи из журналов и сборников

Коренберг Э.И. К экологии таежного клеща // Вопр. паразитологии. – 1992. – № 10. – С. 76 – 86.

Некляев С.Э. Особенности биогеографической оценки горной территории // Вестник Моск. ун-та. - Сер. 10 «Биология». - 2008.- №5.- С.35-51.

Дарская О.И. К методике изучения годовых циклов насекомых //Энтомологические исследования. - Ставрополь, 2006.- Выпуск 2.- С. 152 - 161.

Газиев М. Д. Начальный этап развития териологии в России // Научнопублицистический альманах. - М, 2006.- Выпуск 2.- С. 199 - 213.

Статья с двумя авторами

Southwood, P. J. Principles of insect morphology/ P. J. Crawford, T. P. Barrett // Ref. Zool. - 1997. –Vol. 3, № 58. –P. 75 – 85.

Crowcroft P. J., Barrett T. P. The life of a shrew// Ref. Zool.. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75 – 85.

Ковалевский О.И., Горелкина А.М. Опыт зоологического обследования восточной части Ямала //Научные исследования на Севере. – СПб., 2006.- Выпуск 2.- С. 4053.

Из газеты

Петровская И. Они должны жить // Известия. – 2010. – 16 окт.

Швырева А. К. «Новые находки древних животных...» // Ставропольская правда. – 2010. – 18 окт.

Монографии Книга с одним автором

Бей-Биенко М.И. Общая энтомология..- М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003.- 192 с.

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Шапошникова Л.В. История герпетологических исследований на Кавказе (1944 – 2004). М.: РИЦ ИСПИ РАН, 2006. 440 с.

Книга с двумя авторами

Сунцов В. А., Сунцова Н. А. Природные очаги болезней человека: Учебное пособие.- СПб., 1999.

Дэннис Э., Мэррилл Д. Зоология беспозвоночных: Пер. с англ. - М., 1997.

Книга с тремя авторами

Киселев, В.В. Анализ научного потенциала / В.В. Киселев, Т.Е. Кузнецова, З.З. Кузнецов. – М.: Наука, 1991. – 126 с.

Сборник

Природные ресурсы Кавказа: состояние и перспективы использования: сб. ст. / под ред. В.С. Ажаева. – М.: ИНИОН, 1991. – 147 с.

Из собрания сочинения

Павлов И. П. Условные рефлексы // Собр. соч.: в 30 т. – М., 1998. – Т. 14. – С. 315 – 316.

Глава или раздел из книги

Беклемишев В. Н. В. Транспортные системы // Сравнительная анатомия. – М.: [Б.и.], 1990. – Ч. 1, гл. 3. – С. 59 – 86.

Жуков А.В. Биоценология и биогеография. / А.В. Жуков, А.М. Сахаров // Очерки истории биологии.: кн. для учителя. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – Гл. 1. – С. 7 – 74.

Из словаря

Митохондрии // Биологический энциклопедический. – М.: БСЭ, 1999. – С. 377 – 381.

Коренберг Б. А. Современный медицинский словарь / Б. А. Коренберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Автореферат диссертации

Клец Ю.А. Полужесткокрылые (Hemiptera) Южной России : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ростов-на-Дону, 2009. – 24 с.

Петренко О.А. Формирование и развитие системы мелиорации на Ставрополье в 1920-е-1930-е годы: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Ростов-на-Дону, 2006. – 17 с.

Диссертация

Озорная М.А.. Биogeография в России во второй половине XIX в.: генезис, предметно-тематические и структурно-функциональные особенности: Дис. ... канд. геогр. наук. - Ставрополь, 2006. - 177 с. Корнеева М.Д. Обводнение на востоке Ставропольского края : Дис. ... канд. геогр. наук. - Ставрополь, 2008. - 195 с.

Аналитические обзоры

Природопользование в России и государствах ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М.: ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Материалы конференций

1. Физиология, биология, инновационные аспекты знания: материалы 54-й научно-методической конференции преподавателей и студентов «Университетская наука - региону». – Ставрополь: Альфа Принт, 2009. – 418 с.

Публикация в материалах конференций

1. Пушкин С. В. «Колеоптерологические исследования// Биология, культурология: инновационные аспекты знания: материалы 54-й научно-методической конференции преподавателей и студентов «Университетская наука - региону». – Ставрополь: Альфа Принт, 2009. – С. 275 – 278.
2. Умнова Е.Ю. Диалог о биосфере // VII географические чтения: Ландшафты: локальный и глобальный контекст: сборник материалов Международной научно-практической конференции / под ред. В.А. Шальнева, О.И. Лепилкиной. – Ставрополь: Изд-во Ставропольского гос. ун-та, 2010. – С. 190 – 195.

Официальные документы

Конституция (Основной закон) Российской Федерации. – М.: Маркетинг, 2001. – 39 с.

Интернет-документы

1. <http://www.aneco.ru/ekologiya-zhivotnykh/blog.html> – сайт о животных.
2. <http://natureworld.ru/ekologiya/index.php> – сайт о растениях и животных в природе.
3. <http://www.zoopage.ru/stat.php?idstat=69> – сайт истории классификации и систематизации животных.
4. <http://www.zoofirma.ru/knigi/zoologiya-pozvonochnyh/3265-sistematika-hordovyh.html> – сайт о систематике хордовых животных.
5. <http://www.berl.ru/article/forabit/zoology/xordovie/cherep> – сайт о систематике позвоночных животных.
6. <http://psy.tom.ru/photo/ecology.html> – сайт об интересных фактах экологии
7. <http://bio-faq.ru/zubr/zubr003.html> – сайт тестовых заданий по систематике.

8. <http://shkolo.ru/sistematika-zhivotnyih> – справочный сайт о систематике
9. <http://www.medbiol.ru/medbiol/dog/00114c94.htm> – сайт принципов систематики
10. <http://www.togur-school.tom.ru/trifonova/sait/givotn.htm> – сайт об охране растений и животных.
11. <http://www.zoodrug.ru/topic2045.html> – сайт об охране животных в России.
12. <http://ecology-portal.ru/publ/13-1-0-405> – экологический сайт об охране растительного и животного мира.
13. <http://www.derev-grad.ru/ohranyaemye-prirodnye-territorii/ohrana-zhivotnogo-mira.html> – сайт об охране природы.
14. <http://animaly.ru/ohrana-zhiv.php> – сайт о животном мире и его охране.
15. <http://sci.aha.ru/ATL/ra21f.htm> – сайт практической науки об охране растений и животных.
16. http://www.berl.ru/article/2z2/pravovaa_ohrana_givotnogo_mira.htm – сайт правовой охраны растительного и животного мира.

Примечание: для сносок на цитаты в тексте курсовой работы следует указывать дату обращения к электронному источнику.

Захарова М.В. Государственная помощь прессе в период финансово-экономического кризиса (опыт Франции) // Медиаскоп. - 2009. - Вып. №3. - URL: <http://www.mediascope.ru/node/441> (дата обращения: 18.09.2010).

6. Оформление приложений

Приложения следует оформлять как продолжение курсовой работы на её последующих страницах. Располагать приложения следует в порядке появления ссылок на них в тексте курсовой работы.

Каждое приложение должно начинаться с новой страницы и иметь заголовок с указанием вверху посередине после слова «Приложение». Если приложений более одного, то они нумеруются арабскими цифрами.

ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ КУРСОВЫХ РАБОТ

Доклад по исследованию должен быть рассчитан на 7-10 минут. Он состоит из введения и основной части. Во введении раскрывается научная и практическая значимость представленной темы, цели и задачи, которые ставит перед собой автор сообщения. В основной части доклада автор последовательно излагает основные результаты своего исследования.

Доклад желательно сопровождать визуальной **презентацией**.

Допуск курсовой работы к публичной защите осуществляется научным руководителем. Студент, допущенный к публичной защите, обязан явиться на комиссию в строго назначенный день. Отклонения от графика представления курсовой работы и ее защиты без уважительных на то причин ведут к снижению оценки.

До начала процедуры публичной защиты подписанная курсовая работа представляются в комиссию. Зачетные книжки также должны быть предъявлены комиссии перед началом процедуры публичной защиты.

После предоставления ему слова, студент обязан четко, ясно объявить тему своего исследования и огласить доклад, а затем ответить на вопросы комиссии и присутствующих на защите. Когда процедура защиты завершена, список выступающих

исчерпан полностью, комиссия, после кратковременного совещания, оглашает оценки.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолова О. В. Искусство презентации: практикум / О. Б. Богомолова, Д. Ю. Усенков. М., 2010.
2. ГОСТ Р 7.05–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления // Основные стандарты по издательскому делу. М., 2010.
3. Хожемпо, В.В. Азбука научно-исследовательской работы студента : учебное пособие / В.В. Хожемпо, К.С. Тарасов, М.Е. Пухлянко. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Российский университет дружбы народов, 2010. - 108 с. - ISBN 978-5-209-03527-

