МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кафедра «Радиоэкология и экологическая безопасность»

М.А. Косовская, Н.В. Лямина, А.О. Семенова

ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины
для студентов заочного отделения
неэкологических специальностей

Севастополь
СевГУ
2018

УДК 574(075.8)
К 715

Р е ц е н з е н т ы:
А.Н. Махинов - д.г.н., профессор**,**
Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
г. Хабаровск, Россия;
С.А. Федорова - к.пед.н., доцент, Институт ядерной энергии и промышленности,
СевГУ, г. Севастополь, Россия;
Т.К. Хренова - ст.преподаватель, институт ядерной энергии и промышленности,
СевГУ, г. Севастополь, Россия.

Косовская М.А.
К 715 Экология: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов заочного отделения неэкологических специальностей: / М.А. Косовская, Н.В. Лямина, А.О. Семенова. – Севастополь: СевГУ, 2018. – 86 с.

Пособие включает методические указания по выполнению контрольной работы, вопросы итогового контроля и глоссарий основных понятий.

Пособие по изучению дисциплины «Экология» составлено в соответствии с рабочей учебной программой курса. Оно определяет порядок изучения программного материала и выполнение контрольных заданий.

УДК 574(075.8)

Рассмотрено и рекомендовано кафедрой «Радиоэкология и экологическая безопасность» Института ядерной энергии и промышленности, протокол № 8 от 20 февраля 2017 г.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…… 4
РАЗДЕЛ 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ…….. 6
1.1. Общие методические указания…….. 6
1.2. Содержание дисциплины…… 8
1.3. Рекомендуемая литература……. 10
1.4. Указания к выполнению контрольной работы……. 13
РАЗДЕЛ 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ НАПИСАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ……..... 15
I. Задание № 1. Ответ на теоретический вопрос…….. 15
II. Задание № 2. Загрязнение атмосферного воздуха…..…….. 17
2.1. Нормирование загрязнений атмосферного воздуха…. 17
2.2. Пример решения задачи…….. 24
2.3. Задания для самостоятельного решения…… 26
III. Задание № 3. Оценка состояния поверхностных водоисточников…….. 31
3.1. Загрязнение поверхностных водоисточников…….. 31
3.2. Нормирование загрязняющих веществ поверхностных водоисточников……. 33
3.3. Пример решения задачи…….. 40
3.4. Задания для самостоятельного решения……. 40
IV. Задание № 4. Расчет выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий…… 51
4.1. Загрязнение атмосферного воздуха…… 51
4.2. Пример решения задачи……... 57
4.3. Варианты задания № 4……. 58
V. Задание № 5. Ущерб от загрязнения окружающей среды……. 65
5.1. Ущерб от загрязнения окружающей среды…… 65
5.2. Расчет ущерба от загрязнения водной среды……. 67
5.3. Расчет ущерба от загрязнения воздушной среды…… 70
5.4. Пример решения задачи…….. 72
5.5. Варианты заданий для самостоятельного решения….. 73
ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ НА ЗАЧЕТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»…….. 79
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ……. 81
ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ЭКОЛОГИИ……..... 86

ВВЕДЕНИЕ

Возрастающее воздействие антропогенных факторов на биосферу Земли привело к возникновению глобальных экологических проблем, угрожающих благополучному существованию современной цивилизации. Общество не может отказаться от использования природных ресурсов, необходимых для удовлетворения жизненных потребностей, только для сохранения природы. Но одновременно усилия человечества должны быть направлены на то, чтобы через достижения научно-технического прогресса свести к минимуму отрицательные воздействия хозяйственно-производственной деятельности на биосферу.

Специалист в любой сфере деятельности должен обладать экологическими знаниями, понимать сущность современных проблем взаимодействия общества и природы, разбираться в причинной обусловленности возможных негативных воздействий хозяйственной деятельности на окружающую природную среду, уметь квалифицированно оценить характер, направленность и последствия влияния конкретной деятельности человека на природу, увязывая решение производственных задач с соблюдением соответствующих природоохранных требований, вырабатывать и осуществлять научно обоснованные решения экологических проблем

Наряду с наукой, именно экологическое образование должно стать самым приоритетным механизмом решения глобальных проблем цивилизации и перехода к устойчивому развитию.

Особое внимание в процессе изучения дисциплины должно уделяться вопросам применения полученных знаний, умению оценить степень антропогенного воздействия на среду и разработке комплексных экологических мероприятий, направленных на снижение или устранение этих воздействий, приведение в гармоничное состояние системы «человечество - окружающая среда».

Задачей изучения дисциплины является освоение понятий и основных законов экологии, приобретение запаса фундаментальных знаний и концептуальных основ современной экологии.

Овладение практическими навыками по экологии позволяет лучше усвоить материал, разобраться в вопросах прикладной экологии, а также дает возможность реализации научных исследований в самых разных областях экологии: экологического мониторинга загрязнения окружающей среды, агроэкологии, синэкологии и др.

Данное пособие включает методические указания по выполнению контрольной работы, вопросы итогового контроля и глоссарий основных понятий.

Дисциплина «Экология» является нормативной, формирующей мировоззрение студентов всех специальностей, поэтому студенты должны обладать достаточными знаниями в области:

- ✓ теоретических основ экологии;
- ✓ в вопросах прикладной экологии;
- ✓ ориентироваться в политике экоразвития.

Дисциплина изучается в 1-м семестре. Курс рассчитан на 72 часа. В качестве текущего вида контроля запланирована 1 контрольная работа.

Методические указания по изучению дисциплины «Экология» составлены в соответствии с рабочей учебной программой курса. Они определяют порядок изучения программного материала и выполнение контрольных заданий.

Форма итогового контроля по дисциплине является недифференцированный зачет. К сдаче допускаются студенты, выполнившие контрольную работу на положительную оценку.

Раздел 1
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Общие методические указания

Дисциплина «Экология» изучается студентами направления подготовки основной образовательной программы (ООП ВПО) бакалавра в соответствии со следующими нормативными документами:

✓ Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный Приказом Минобрнауки РФ от 19.12.2013 г. № 1367.

✓ Положение о разработке рабочих программ в ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет», утвержденное на заседании научно-методической комиссии ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет» от 12.01.2015 г.

✓ Федеральный государственный образовательный стандарт высшего (профессионального) образования по соответствующим направлениям.

Цели изучения дисциплины: формирование у студентов экологического мировоззрения и умения использовать экологические законы и принципы для принятия проектных решений при проектировании базовых и прикладных информационных технологий.

Основная задача курса: Изучение понятий и основных законов традиционной экологии, а так же основных положений неоэкологии, приобретение запаса фундаментальных знаний и концептуальных основ современной экологии, а так же формирование практических навыков по применению экологических законов для решения прикладных задач.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций, с учетом **требований, предъявляемым к результатам освоения дисциплины**:

✓ готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии (согласно компетенции ПК-9*);

✓ умение проводить анализ и оценку степени экологической опасности производственной деятельности человека на стадиях исследования, проектирования, производства и эксплуатации технических объектов, владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (согласно ПК-19),

✓ способность использовать знание основных закономерностей функционирования биосферы и принципов рационального природопользования для решения задач профессиональной деятельности

В результате изучения курса обучающийся должен:

знать:

основные понятия экологии; структуру биосферы и направление эволюции; об экологических принципах охраны природы и рациональном природопользовании, перспективах создания не разрушающих природу технологий; методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды, способы достижения устойчивого развития;

уметь:

- осуществлять оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий, грамотно использовать нормативно-правовые акты при работе с экологической документацией;
- использовать основные экологические законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- проводить моделирование процессов и систем с использованием основных экологических законов;

владеть:

- широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий;
- методами экономической оценки ущерба от деятельности предприятия, методами выбора рационального способа снижения воздействия на окружающую среду;
- осознанием значения гуманистических ценностей для сохранения и развития современной цивилизации; готовность принять нравственные обязанности по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе.

Место дисциплины в основной образовательной программе: дисциплина «Экология» является элементом базовой части (федеральный компонент) Математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы (ООП ВПО) бакалавра

Междисциплинарные связи: дисциплина базируется на курсе «Химия» уровня требований Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования (ФГОС С(П)ОО), «Математика» уровня требований Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования (ФГОС С(П)ОО).

Дисциплина изучается на первом курсе, в первом семестре, объем дисциплины в зачетных единицах - 2 (72 ч). Из них 4 часа выделяются на лекции, 2 часа - на практическое занятие. 66 часов выделяется для самостоятельной работы студента (часы приведены по состоянию на 2017-2018

учебный год). Итоговым видом контроля по изучаемой дисциплине является не дифференцированный зачет.

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и уровень формируемой компетенции по ООП ВО	Владения	Умения	Знания
ПК-9 (первый уровень)	Готовностью использовать основные законы экологии в профессиональной деятельности	Применять полученные знания в профессиональной деятельности	Методы математического анализа в экологии, Основные понятия и законы экологии
ПК-19 (третий уровень)	Владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	Умением проводить анализ и оценку степени экологической опасности производственной деятельности человека на стадиях исследования, проектирования, производства и эксплуатации технических объектов,	Основные методы анализа состояния окружающей природной среды

* Шифр компетенций приведен согласно РУП изучения дисциплины «Экология» для специалистов направление подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», профиль «Проектирование и эксплуатация атомных станций» Для всех остальных специальностей компетенции аналогичны.

1.2. Содержание дисциплины

Программа дисциплины представляет собой сочетание фундаментальных и прикладных вопросов современной экологии, знания которой необходимы для практической деятельности специалиста.

Содержание дисциплины включает следующие разделы и темы:

Раздел 1. Основы современной экологии

Тема 1.1. Введение в экологию.

Предмет исследования и основные задачи экологии. Определение, структура и задачи экологии. Основные экологические проблемы современности. Правовые, экономические и социальные основы экологических проблем. Экологические знания и решение глобальных проблем человечества и окружающей среды. Антропогенное воздействие на биосферу. Глобальные круговороты основных биогенных веществ. Развитие, функционирование и прогнозирование развития антропосферы. Возможности управления взаимоотношениями и связями в системе «природа – общест-

во» с целью их гармонизации и обеспечения экологически безопасного существования. Концепция «устойчивого развития».

Тема 1.2. Основные понятия и законы экологии.

Основные понятия экологии. Экосистема. Биосфера. Популяция, ее структура и динамика. Биогеоценоз. Фундаментальные законы экологии. Круговорот веществ в биосфере. Большой (геологический) и малый (биологический) круговорот. Биогенные вещества. Закон сохранения энергии. Поток энергии в биосфере. Принцип Ле Шателье – Брауна, Карно. Функциональные законы экологии. Закон Вернадского (единство организм – среда). Закон Либиха (закон минимума). Закон Шелфорда (закон толерантности). Экологические законы Б. Коммонера.

Раздел 2. Деградация ОПС. Загрязнение.

Тема 2.1. Загрязнение биосферы.

Деградация биосферы, этапы деградации, ее причины. Основные источники загрязнения биосферы. Классификация основных загрязнений. Характер воздействия загрязнения на биосферу. Характеристика современной экологической обстановки в России. Глобальные проблемы окружающей среды и экологический кризис. Влияние антропогенного загрязнения на окружающую природную среду.

Тема 2.2. Нормирование качества окружающей природной среды.

Нормирование загрязняющих веществ в окружающей среде. Основные параметры нормирования. Определение степени загрязнения атмосферного воздуха. Расчет состава и объем сбрасываемых сточных вод и выбрасываемых газовых выбросов. Расчет ущерба наносимого окружающей среде антропогенным воздействием.

Тема 2.3. Загрязнение атмосферы. Его экологические последствия.

Загрязнения атмосферы, основные загрязнители, источники загрязнения. Значение атмосферы как жизненной среды человечества – защитной оболочки земли, источники химических веществ. Локальные и глобальные последствия загрязнения. Газообразные загрязнения (оксид углерода, диоксид углерода, оксид азота, серы, аммиак, сероуглерод, формальдегид, соединение фтора, хлора и др.), их источники и влияние на здоровье человека. Физический смысл парникового эффекта. Причины возникновения «озоновой дыры». Загрязнение атмосферы пылью. Глобальные проблемы, связанные с атмосферой.

Тема 2.4. Загрязнения гидросферы и их последствия.

Загрязнения гидросферы, основные загрязнители, источники загрязнения. Причины дефицита пресной воды. Биологическое загрязнение воды. Химическое загрязнение (нефтепродуктами, ядохимикатами, детергентами, тяжелыми металлами, радионуклидами и др.) Физическое загрязнение гидросферы. Загрязнение сточных вод органическими веществами – эвтрофикация озер. Тепловое загрязнение вод. Экологические последствия загрязнения гидросферы. Глобальные проблемы, связанные с гидросферой.

Тема 2.5 Загрязнения литосферы и их последствия.

Загрязнения литосферы, основные загрязнители, источники загрязнения. Особенности покрова. Ветровая и водная эрозия почв. Опустынивание земель. Засоление почв. Нарушение биогеохимических круговоротов в результате применения удобрений. Загрязнение почв пестицидами и его экологические последствия. Рудодобывающая промышленность и ее влияние на литосферу. Глобальные проблемы, связанные с литосферой. Защита атмосферы, гидросферы, литосферы.

Раздел 3. Экологический мониторинг. Природоохранное законодательство РФ

Тема 3.1. Мониторинг окружающей природной среды.

Окружающая среда как объект управления и контроля. Принципы организации мониторинга. Виды мониторинга. Понятие экологического права. Предмет экологического права.

Тема 3.2. Основы экологического права.

Источники экологического нрава. Законодательное обеспечение экологических принципов рационального природопользования и охраны природы. Основные российские национальные акты. Экологические правонарушения. Виды ответственности за экологические правонарушения. Формы и основные направления международного сотрудничества. Формирование природоохранного законодательства в РФ. Правовые и организационные вопросы охраны окружающей среды. Нормативно-техническая документация. Ответственность за нарушение законодательства по охране окружающей среды. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Международные организации, занимающиеся вопросами охраны природы.

1.3. Рекомендуемая литература

Для изучения дисциплины «Экология» предлагается следующий перечень как основной, так и дополнительной литературы, включая необходимые методические указания.

Основная литература:

1. *Акимова Т.В.* Экология. Человек-Экономика-Биота-Среда: учебник для студентов вузов / Т.А.Акимова, В.В. Хаскин; 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: ЮНИТИ, 2009. – 556 с. Рекомендован Минобр. РФ в качестве учебника для студентов вузов.

2. *Акимова Т.В.* Экология. Природа-Человек-Техника: учебник для студентов техн. направл. и специал. Вузов / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин; под общ. ред. А.П. Кузьмина; Лауреат Всеросс. конкурса по созд. новых учебников по общим естественнонауч. дисципл. для студ. ву-

зов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. - 343 с. Рекомендован Минобр. РФ в качестве учебника для студентов вузов.

3. *Бродский А.К.* Общая экология: учебник для студентов вузов. - М.: Изд. Центр «Академия», 2006. – 256 с. Рекомендован Минобр. РФ в качестве учебника для бакалавров, магистров и студентов вузов.

4. *Воронков Н.А.* Экология: общая, социальная, прикладная. Учебник для студентов вузов. М.: Агар, 2006. – 424 с. Рекомендован Минобр. РФ в качестве учебника для студентов вузов.

5. *Коробкин В.И.* Экология: учебник для студентов вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – 6-е изд., доп. и перераб. – Ростон н/Д: Феникс, 2007. - 575 с. Лауреат Всеросс. конкурса по созд. новых учебников по общим естественнонауч. дисципл. для студ. вузов. Рекомендовано Минобр. РФ в качестве учебника для студентов вузов.

6. *Стадницкий Г.В., Родионов А.И.* Экология: учеб. пособие для студ. химико-технол. и техн. сп. вузов. / Под ред. В.А.Соловьева, Ю.А. Кротова. – 4-е изд., испр. – СПб.: Химия, 2007. - 238с. Рекомендован Минобр. РФ в качестве учебника для студентов вузов.

7. *Чернова Н.М.* Общая экология: Учебник для студентов педагогических вузов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Дрофа, 2008. - 416 с. Допущено Минобр. РФ в качестве учебника для студентов высших педагогических учебных заведений.

8. *Кузнецов Л.М.* Экология : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Л.М. Кузнецов, А.С. Николаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 280 с. – (Серия: Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-9916-5402-9.- https://biblio-online.ru/book/CEE5722E-DF75-4531-936D-34FB969DE266

9. Экология: учебник / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 615 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/ textbook_59424461554366.38209629.

10. *Павлова Е. И.* Общая экология: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Е.И.Павлова, В. К. Новиков. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 190 с. – (Серия: Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-9916-9777-4.- https://www.biblio-online.ru/book/E982DFDE-4736-4704-9F76-4D810DECCEDB

Дополнительная литература:

1. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков: учеб. пособие / А. В. Луканин. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 605 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; URL: http://www.znanium.com]. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/22139. - http://znanium.com/ catalog.php? bookinfo=556200

2. Промышленная экология. Практикум : учеб. пособие / С. С. Тимофеева, О.В. Тюкалова. – М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. – 128 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=858602

3. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод : учеб. пособие / А. В. Луканин. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 242 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=610262

4. *Владимиров А.М.* Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 1991.

5. *Исфорт Г.* Производственный процесс и охрана окружающей среды. – М., 1990.

6. *Мазур И.И., Молдаванов О.И.* Курс инженерной экологии. – М.: Высшая школа, 1999.

7. *Петрухин Н.В.* Радиационно-химическое обезвреживание растворенных примесей и охрана окружающей среды. - М., 1991.

8. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование. - М.: Мысль, 1990.

9. *Шилов И.А.* Экология. - М.: Высшая школа, 2000.

10. *Марфенин Н.Н.* Руководство по преподаванию экологии в рамках концепции устойчивого развития. – М., 2012.

Методические указания, используемые при изучении дисциплины

1. *Косовская М.А.* Основы экологии: метод. указания по изучению дисциплины. - Севастополь: СНУЯЭиП, 2007. – 43 с.

2. *Косовская М.А.* Основы экологии и неоэкологии: метод. указания по изучению дисциплины для студентов заочного отделения экологической специальности.Ч. 1. - Севастополь: СНУЯЭиП, 2010. – 16 с.

3. *Косовская М.А.* Основы экологии и неоэкологии: метод. указания по изучению дисциплины для студентов заочного отделения. Ч. 2. - Севастополь: СНУЯЭиП, 2010. – 50 с.

4. *Косовская М.А.* Основы общей экологии и неоэкологии: Практикум по изучению дисциплины для студентов специальности 7.070801 «Экология и охрана окружающей среды»: учеб.-метод. пособие. - Севастополь: СНУЯЭиП, 2009. – 118 с.

5. *Жидкова Л.Б. Зуев Г.В.* Основные понятия и законы экологии. - Севастополь: СНИЯЭиП, 2004. – 50 с.

6. *Жидкова Л.Б., Гавриш О.П.* Методические указание по изучению дисциплины. - Севастополь: СНИЯЭиП, 2004.

Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимой для освоения дисциплины «Экология», представлены в табл. 2.

Таблица 2

Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимой для освоения дисциплины

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
1.	Электронная библиотека ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Институт ядерной энергии и промышленности	Представлена экологических дисциплин: труды, биографии, учебно-методические материалы для студентов; подборка словарей, энциклопедий, справочников по разнообразным направлениям экологии и смежных дисциплин.
2.	• Национальный цифровой ресурс Руконт: http://rucont.ru/gcollections • ЭБС «*Издательство «Лань»* https://e.lanbook.com/ • ЭБС *ZNANIUM.COM* http://znanium.com/ • ЭБС *«ЭБС ЮРАЙТ»* https://www.biblio-online.ru/	Представлен широкий спектр учебной и методической литературы для дополнительного изучения студентами экологических специальностей соответствующих дисциплин
3.	www.ecologysite.ru	Каталог экологических сайтов
4.	www.ecoculture.ru	Сайт экологического просвещения
5.	www.ecocommunity.ru	Информационный сайт, освещающий проблемы экологии России

1.4. Указания к выполнению контрольной работы

Контрольная работа включает в себя:

1. *Ответ на один теоретический вопрос из перечня вопросов.*

2. *Решение задачи №1: «Загрязнение атмосферного воздуха».*

3. *Решение задачи №2: «Оценка состояния поверхностных водоисточников».*

4. *Решение задачи №3: «Расчет выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий».*

5. *Решение задачи № 4:* «Ущерб от загрязнения окружающей среды».

Контрольная работа выполняется **по варианту**.

Порядок выбора вариантов производится согласно порядкового номера в журнале учета успеваемости. Таким образом, контрольная работа должна содержать ответ на теоретический вопрос и решение четырех задач, выбранных по номеру варианта.

Контрольная работа выполняется на стандартных листах формата А-4 либо в тетради. Оформление контрольной работы выполняется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к контрольным работам студентов заочного отделения. Контрольную работу необходимо сдать в деканат со-

ответствующего факультета не позднее, чем за неделю до начала зачетно-экзаменационной сессии. Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена; для замечаний рецензента надо оставить широкие поля; писать четко и ясно; номера и условия задач переписывать четко. Работа должна быть датирована и представлена в институт на рецензирование.

Если контрольная работа не зачтена, ее необходимо выполнить второй раз в соответствии с указаниями рецензента. Исправление выполняются в конце тетради, а не в рецензированном тексте. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, либо сданная не вовремя не проверяется и не зачитывается.

Раздел 2
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ НАПИСАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

I. Задание № 1. Ответ на теоретический вопрос

Теоретический вопрос выбирается из представленного ниже перечня. Вопрос выбирается согласно соответствующего варианта. Ответ должен быть развернутым.

Перечень теоретических вопросов для выполнения контрольной работы

1. Экология, как наука и ее роль в современном обществе. Задачи современной экологии.
2. Структура современной экологии.
3. Перечислите основные цели и задачи экологии.
4. Экологический кризис (определение). Перечислите основные факторы, приведшие к глобальному экологическому кризису.
5. В чем заключается деградация биосферы. Причины изменения факторов окружающей среды.
6. Перечислите основные глобальные экологические проблемы.
7. Глобальное изменение климата. Глобальное потепление.
8. Глобальное похолодание.
9. Глобальное потемнение (ядерная зима).
10. Парниковый эффект
11. Кислотные дожди.
12. Озоновые дыры.
13. Экологическая ситуация в РФ.
14. Характер воздействия загрязнений на биосферу.
15. Влияние отраслей хозяйства на состояние окружающей природной среды РФ.
16. Рациональное природопользование как основа экологической безопасности государства.
17. Основные принципы рационального природопользования (рассмотреть на примерах).
18. Основные положения концепции мирового устойчивого развития.
19. Программа устойчивого развития России.
20. Охрана поверхностных и подземных источников водоснабжения населения России питьевой водой. Организация водопользования и водопотребления.
21. Методы очистки и защиты поверхностных вод от загрязнений.

22. Государственный контроль над использованием и охраной водных ресурсов.

23. Загрязнение атмосферы, (основные загрязнители).

24. Источники загрязнения атмосферы.

25. Локальные последствия и глобальные последствия загрязнения атмосферы.

26. Загрязнение гидросферы. Причины, основные виды и источники загрязнения.

27. Источники загрязнения гидросферы.

28. Последствия загрязнения гидросферы.

29. Загрязнение литосферы. Причины, основные виды и источники загрязнения.

30. Защита биосферы.

31. Биоиндикация и биотестирование.

32. Экологическое образование в мире и в РФ.

33. Экологические движения. Экологические общественные организации.

34. Генная инженерия.

35. Экологическое образование населения.

36. Экологические основы интродукции.

37. Основные направления защиты атмосферы. Методы защиты воздуха от загрязнений.

38. Методы и способы очистки газовых выбросов.

39. Контроль качества атмосферного воздуха в РФ. Органы, контролирующие состояние атмосферного воздуха. Методы и средства контроля.

40. Загрязнение земельных ресурсов, их охрана и рациональное использование.

41. Агроэкология. Земельные ресурсы России и их состояние.

42. Контроль в сфере обращения с отходами. Законодательство в сфере обращения с отходами.

43. Защита окружающей среды от физических воздействий.

44. Радиоактивное загрязнение. Источники и методы защиты.

45. Электромагнитное загрязнение. Источники и методы защиты.

46. Акустические колебания (шум) и защита от них.

47. Особо охраняемые природные территории и их роль в сохранении экологического равновесия.

48. Экология урбанизированных территорий.

49. Экологические общественные организации в мире и в России

50. Экоэтика и экоэстетика.

II. Задание № 2
«Загрязнение атмосферного воздуха»

2.1. Нормирование загрязнений атмосферного воздуха

Экологические проблемы в той или иной мере всегда сопутствовали становлению и развитию человеческой цивилизации. Это началось давно, но продолжается до сих пор. В настоящее время деградация биосферы находится на стадии экологического кризиса.

Деградация биосферы – это разрушение или существенное нарушение экологических связей в природе, сопровождающееся ухудшением условий жизни человека, вызванное стихийными бедствиями или хозяйственной деятельностью самого человека, производимой без учета знания законов развития природы.

Согласно фундаментальным законам экологии в биосфере все составные части тесно взаимосвязаны друг с другом, поэтому, говоря о загрязнении почвы и воды, мы не можем не говорить о загрязнении атмосферного воздуха, которое является самым значительным, так как если сравнивать загрязнения всех этих составных частей, то мы видим, что, во-первых, основная часть загрязняющих веществ находятся в газообразном виде, следовательно, большая их часть находится в атмосфере, во-вторых без воды человек проживет 5 суток, без воздуха 5 минут, следовательно загрязнения атмосферного воздуха оказывают наибольшее воздействия как на окружающую среду, так и на человека.

Для того чтобы снизить уровень загрязнения и улучшить качество окружающей природной среды применяется нормирование качества окружающей природной среды. В основу всех природоохранных мероприятий принципы нормирования качества окружающей природной среды, которые представляют собой установление системы нормативов (показателей) воздействия на окружающую среду и на человека.

В соответствии с Федеральным законом РФ «Об охране окружающей среды» (№7-ФЗ от 10.01.02) – **качество окружающей среды** – это состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью. В соответствии со статьей 42 Конституции Российской Федерации каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Для того чтобы иметь возможность оценивать состояние окружающей среды, отделять благоприятную среду от неблагоприятной, необходимы очевидные и ясные ориентиры.

Нормирование в области охраны окружающей среды (ст. 19 ФЗ РФ «Об охране окружающей среды») заключается в установлении:

- нормативов качества окружающей среды,

- нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности,
- иных нормативов в области охраны окружающей среды,
- а также государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды.

В учебных и иных источниках нормирование включает три группы (которые соотносятся ст. 19 ФЗ РФ «Об охране окружающей среды»):

- санитарно-гигиенические,
- экологические или производственно-хозяйственные,
- комплексные.

К санитарно-гигиеническим нормативам относятся нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ (химических, биологических), физических воздействий и др., нормативы санитарных и защитных зон, предельно допустимых уровней (ПДУ) радиационного воздействия и др. Они не связаны с конкретными источниками вредного воздействия и не регулируют их поведение.

Целью создания таких нормативов является определение показателей качества окружающей среды применительно к здоровью человека.

Вторую группу образуют производственно-хозяйственные нормативы – нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) в воздух, нормативы допустимых сбросов вредных веществ в водный объект (НДС) и лимитов на образование отходов. Они устанавливают требования непосредственно к источнику вредного воздействия от конкретного предприятия, ограничивая его деятельность определенной пороговой величиной.

Комплексные нормативы определяют предельно допустимые нормы нагрузки (ПДН) на природу, которые зависят от размеров антропогенного воздействия на экосистемы, природные ресурсы, не приводящие к нарушению экологических функций среды.

Методология гигиенического нормирования качества окружающей среды в нашей стране, основана на положении о предельно допустимых концентрациях.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – такая концентрация загрязняющих веществ в единице объема природной среды, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного и неприятного действия, не снижает его работоспособности и не влияет на самочувствие. Чаще всего загрязняющие вещества, влияющее на окружающую среду и здоровье человека называют вредными веществами.

Вредное вещество - вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе воздействия вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Методологические основы гигиенического нормирования атмосферного загрязнения включают следующие положения:

- Допустимой признается только та концентрация химического вещества в атмосфере, которая не оказывает на человека прямого или косвенного, вредного либо неприятного действия, не влияет на самочувствие и работоспособность.
- Привыкание к вредным веществам, находящимся в атмосферном воздухе, рассматривается как неблагоприятный эффект.
- Концентрация химического вещества в атмосфере, которые неблагоприятно действуют на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы и бытовые условия жизни населения, считается недопустимой.

Согласно принятой классификации в качестве нормативов, для атмосферного воздуха используются следующие ПДК – ПДКс.с. (средне суточное), ПДКм.р. (максимально разовое) ПДКа.в. (атмосферного воздуха населенного пункта), ПДКр.з (рабочей зоны), ПДКп.п. (промышленной площадки) и др.

ПДК для большинства веществ являются максимальными разовыми. Для высококумулятивных веществ наряду с максимальной установлена среднесменная ПДК - средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75 % продолжительности рабочей смены или концентрация средневзвешенная во времени длительности всей смены в зоне дыхания работающих на местах постоянного или временного их пребывания. В течение смены продолжительность действия на работающего концентрации, равной максимальной разовой ПДК, не должна превышать 15 минут и 30 минут - для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, и она может повторяться не чаще 4-х раз в смену.

В санитарных правилах и нормах (СанПиН) РФ чаще всего используются для анализа ПДКр.з и ПДКа.в. населенного пункта. Остальные нормативы рассчитываются исходя из указанных.

Под рабочей зоной понимают пространство в двух метрах от пола, где находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Постоянное рабочее место – место, на котором работающий находится большую часть своего рабочего времени (более 50 % или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

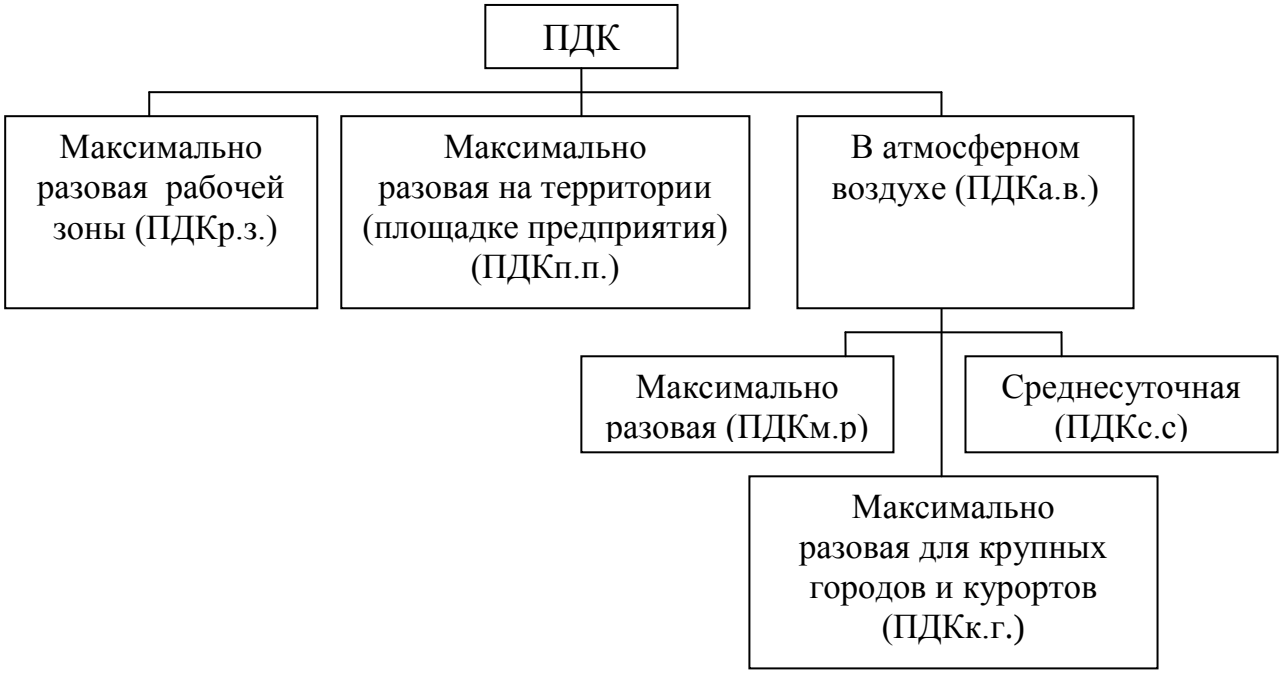

Рис. 1. Классификация предельно допустимых концентраций (по Стадницкому, Родионову)

ПДК р.з. – концентрация, которая при ежедневной, кроме выходных дней, работе в течение 8 часов или при другой продолжительности рабочего дня, но не более 41 часа в неделю в течение всего рабочего стажа, не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

На промышленной площадке, где содержание примесей должно несколько ниже применяется ПДКп.п.

$$\textbf{ПДК п.п} = 0{,}3\textbf{ПДКр.з.} \qquad (1)$$

На территории предприятия снижение нормы содержания примесей втрое по сравнению с ПДКр.з. вызывается тем, что воздух территории предприятия используется для вентиляции производственных помещений, где концентрация примесей периодически может быть высокой, превышать ПДКр.з., отсюда приточный воздух, который используется для проветривания рабочих помещений, должен быть значительно менее загрязненным.

ПДКа.в – максимальная концентрация примеси, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного влияния, в том числе и на отдаленные последствия, на окружающую среду в целом. Поэтому ПДКр.з >ПДК а.в. Так, для диоксида серы ПДКр.з =10 мг/м^3, а ПДКа.в. = 0,5 мг/м^3.

Для расчетов используем ПДК м.р атмосферного воздуха населенного пункта.

Кроме того, особенное внимание уделяется атмосферному воздуху курортных городов, для анализа которых используется ПДКк.г.

$$\textbf{ПДК к.г = 0,8ПДКа.в}. \qquad (2)$$

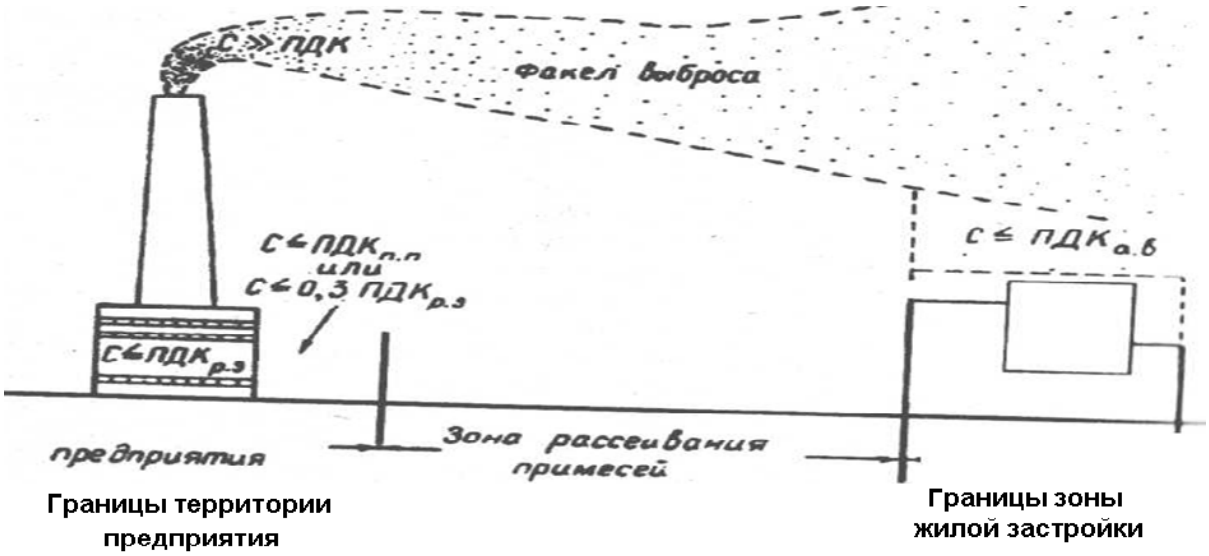

Рис 2. Воздействие предприятия на атмосферный воздух

Однако при проектировании предприятий там, где атмосферный воздух уже загрязнен выбросами действующих предприятий нормируются выбросы с учетом уже присутствующих в воздухе примесей.

$$\textbf{С + Сф < α ПДКм.р.,} \qquad (3)$$

где С – концентрация Зв или примеси;

Сф – фоновая концентрация;

α – безразмерный коэффициент для расчета лимитов принимается равным единице, а для ВСВ (временно согласованные выбросы) допускается» а > 1,

$$\textbf{С + Сф < (-lg β) ПДКс.с.} \qquad (4)$$

где β – безразмерный, лежащий между 0 и 1 интегральный показатель опасности вещества, устанавливаемый по нескольким основным параметрам токсикометрии.

Следует учитывать, что для 2/3 всех нормированных веществ ПДК в атмосферном воздухе установлены на основе их рефлекторного действия (пороги запаха или рефлекторного действия). Последствия превышения ПДК некоторых веществ могут ограничиваться появлением жалоб населения на посторонние запахи, а риск развития токсических воздействий при этом будет незначительным.

Атмосферные загрязнители по классификации вредных веществ, по степени токсичности и опасности относятся к 4 классам опасности.

$ЛД_{50}$ – это летальная доза, вызывающая при введении в организм гибель 50 % животных (мгновенно).

$ЛК_{50}$ – это летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании гибель 50 % животных.

Таблица 1

Классификация вредных веществ по степени токсичности и опасности

Показатели	Классы токсичности (опасности)			
	1 чрезвычайно токсичные	II высоко-токсичные	III умеренно токсичные	IV мало токсичные
$ЛД_{50}$, мг/кг, при введении внутрь	<15	15—150	150—1500	>1500
$ЛД_{50}$, мг/кг, накожно	<100	100-500	501—2500	>2500
$ЛК_{50}$. мг/л	<0,5	0,5—5,0	5,1—50	>50
$ЛК_{мин}$, мг/л	<0,01	0,01—0,1	0,11-1,0	>1,0

Для веществ I и II классов опасность достижения токсических концентраций при превышении ПДК наиболее высока.

Однако***, если в выбросе обнаружено не одно вещество, а несколько, применяется эффект суммации.***

$$\mathbf{C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + C_3/ПДК_3 + \ldots + C_n/ПДК_n < 1,} \quad (5)$$

где C_1 C_2,...$C_п$ – фактические концентрации веществ в атмосферным воздухе;

$ПДК_1$, $ПДК_2$, ..., ПДКп – предельно допустимые концентрации соответствующих веществ.

Согласно ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы», ***в эффект суммации для атмосферного воздуха включаются только те вещества, которые обладают однонаправленным действием.***

Это такие вещества, которые имеют разный химический состав, но обладают сходным действием на человека и окружающую среду.

К таким веществам относятся:

— ацетон - фенол;
— ацетонитрил - фурфурол - формальдегид - фенол;
— озон - диоксид азота - формальдегид;
— оксид углерода - диоксид азота - формальдегид - гексан;
— диоксид серы - оксид углерода - диоксид азота - фенол;
— диоксид серы - аэрозоль серной кислоты
— диоксид серы - триоксид серы - аммиак - оксиды азота;
— сильные минеральные кислоты (серная, соляная, азотная).

А так же

— *ацетон, акролеин, фталевый ангидрид;*
— *ацетон и фенол;*
— *ацетон и ацетофенол;*

— *ацетон, фурфурол, формальдегид, фенол;*
— *ацетальдегид и винилацетат;*
— *аэрозоли пентоксид ванадия и окисей марганца;*
— *аэрозоли пентоксид ванадия и сернистый ангидрид;*
— *аэрозоли пентоксид ванадия и триокиси хрома;*
— *бензол и ацетофенон;*
— *вольфрамовый и сернистый ангидрид;*
— *гексахлоран и фазолон;*
— *1,2 дихлорпропан, 1, 2, 3 — трихлорпропан и тетрахлоретилен;*
— *изобутенилкарбинол, диметилвинилкаринол;*
— *метилгидропиран и метилентетрагидропирен;*
— *озон, двуокись азота и формальдегид;*
— *окись углерода, двуокись азота, формальдегид, гексан;*
— *сернистый ангидрид и аэрозоль серной кислоты;*
— *сернистый ангидрид и никель металлический;*
— *сернистый ангидрид и сероводород;*
— *сернистый ангидрид и двуокись азота;*
— *сернистый ангидрид, окись углерода, пил конверторного производства;*
— *бутилакрилат и метилметакрилат с коэффициентом 0,8;*
— *фтористый водород и фторсоли с коэффициентом 0,8, окись углерода, двуокись азота и фенол;*
— *сернистый ангидрид и фенол;*
— *сернистый ангидрид и фтористый водород;*
— *серный и сернистый ангидрид, аммиак и окиси азота;*
— *сильные минеральные кислоты (серная, соляная та азотная);*
— *фенол и ацетофенон;*
— *фурфурол, метиловый и этиловый спирты;*
— *циклогексан и бензол;*
— *этилен, пропилен, бутилен, амилен.*

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ разнонаправленного действия (по заключению органов государственного санитарно-эпидемиологического надзора) ПДК остаются такими же, как и при изолированном действии.

Степень загрязнения окружающей среды принято оценивать по кратности превышения ПДК, классу опасности веществ, количеству химических элементов и соединений. В случае одновременного присутствия нескольких загрязняющих веществ используются суммарные показатели.

C_S – суммарный показатель загрязнения воздуха может быть определен по следующей формуле:

$$C_S = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{ПДК_i}, \qquad (6)$$

где C_i - концентрация вредных веществ, обладающих однонаправленным действием, мг/м^3;

$ПДК_i$ - соответствующий ПДК этих веществ, мг/м^3 .

Уровень загрязнения воздуха по определенному веществу C_n рассчитывается по формуле

$$C_n = \frac{C_i}{ПДК_i}. \qquad (7)$$

2.2. Пример решения задачи

В воздухе промышленной площадки химического завода одновременно присутствую фенол, ацетонитрил, сероводород, формальдегид в следующих концентрациях: 0,08, 50, 5, 0,14 мг/м^3.Рассчитать уровень загрязнения воздуха промышленной площадки учитывая эффект суммации.

Решение

Находим ПДК р.з. указанных веществ по справочнику (таблица 2), учитываем, что **ПДК п.п. = 0,3 ПДК р.з.**

№п/п	Вещества	Концентрация, мг/м^3	**ПДК р.з.** мг/м^3	**ПДК п.п.** мг/м^3
1	фенол	0,08	0,3	0,3*0,3=0,09
2	ацетонитрил	50	10	0,3*10=3
3	сероводород	5	3	0,3*3=0,9
4	формальдегид	0,14	0,5	0,3*0,5=0,15

ПДК р.з.(фенол) = 0,3 мг/м^3 ПДК п.п. = 0,3 ·0,3 = 0,09 мг/м^3 .

ПДК р.з.(ацетонитрил) = 10 мг/м^3 ПДК п.п. = 10 ·0,3 = 3 мг/м^3 .

ПДК р.з.(сероводород) = 3 мг/м^3 ПДК п.п. = 3 ·0,3 = 0,9 мг/м^3 .

ПДК р.з.(формальдегид) = 0,5 мг/м^3 ПДК п.п. = 0,5 ·0,3 = 0,15 мг/м^3 .

Из указанных веществ выбираем вещества однонаправленного действия по утвержденным спискам.

Это фенол - ацетонитрил - формальдегид;

Далее рассчитываем суммарный уровень загрязнения воздушной среды:

$$C_S = \frac{0,08}{0,09} + \frac{50}{3} + \frac{0,14}{0,15} = 18,49.$$

Исходя из расчетов, получается, что суммарный уровень загрязнения воздуха превышает единицу, следовательно, воздух промышленной площадки не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

Проверяем уровень загрязнения воздуха по сероводороду:

ПДКр.з.(сероводорода) = 3 мг/м^3 ПДКп.п.= 3·0,3 = 0,9 мг/м^3 .

$$C_n = \frac{5}{0,9} = 5,56.$$

Вывод: Уровень загрязнения воздуха по сероводороду превышает единицу, воздух не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

Аналогично решаются задачи для анализа атмосферного воздуха населенного пункта, рабочей зоны и курортного города. При решении таких задач особое внимание необходимо уделять выбору ПДК того или иного исследуемого района (согласно Стадницкому и Родионову), а так же правильному выбору групп веществ однонаправленного действия.

Таблица 2

ПДК наиболее распространённых загрязнителей атмосферы

Вещество (формула)	ПДКр.з, мг/м^3	ПДК атмосферного воздуха населённого пункта, мг/м^3
Ацетонитрил (C_2H_3N)	10	0,35
Фенол (C_6H_5OH)	0,3	0,01
Формальдегид (CH_2O)	0,5	0,035
Оксид Азота (N_2O_5)	5	0,6
Диоксид Азота (NO_2)	2	0,085
Диоксид Серы (SO_2)	10	0,5
Триоксид Серы (SO_3)	1	0,5
Оксид Углерода (CO)	20	5
Диоксид Углерода (CO_2)	30	-
Озон (O_3)	0,1	0,16
Азотная Кислота (HNO_3)	2	0,4
Сероводород (H_2S)	3	0,008
Серная Кислота (H_2SO_4)	1	0,3
Фосфорная Кислота (H_3PO_4)	0,1	0,01
Оксид Фосфора (дифосфора пентаоксид) (P_2O_5)	1	0,15
Соляная Кислота (HCl)	5	0,2
Анилин (C_6H_7N)	0,1	0,05
Аммиак (NH_4)	20	0,2
Гидроксид Кальция ($Ca(OH)_2$)	-	0,3
Фтороводород (HF)	0,05	0,02
Бензол (C_6H_6)	15	1,5

2.3. Задания для самостоятельного решения

1. В атмосферном воздухе г. Ростов-на-Дону одновременно обнаружены следующие загрязняющие примеси:

Ацетонитрил – 0,20 мг/м^3.
Сероводород – 0,006 мг/м^3.
Фенол – 0,007 мг/м^3.
Формальдегид – 0,018 мг/м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения атмосферного воздуха.

2. В воздухе промышленной площадки химического завода одновременно присутствуют следующие вещества:

Оксид углерода – 3,2 мг/м^3.
Сероводород – 4 мг/м^3.
Фенол – 0,008 мг/м^3.
Диоксид серы – 1,2 мг/м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения воздуха. Соответствует ли воздух промышленной площадки санитарно-гигиеническим требованиям?

3. В атмосферном воздухе г. Магнитогорск одновременно обнаружены загрязняющие вещества в концентрациях:

Ацетонитрил – 0,018 мг/м^3.
Диоксид серы 0,014 мг/м^3.
Аммиак – 0,10 мг/м^3.
Оксид азота – 0,30 мг/м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения г. Магнитогорск. Соответствует ли воздух г. Магнитогорск санитарно-гигиеническим требованиям?

4. В воздухе рабочей зоны химического цеха по производству азотной кислоты обнаружены следующие примеси:

Диоксид серы – 5 мг/м^3.
Диоксид азота – 1 мг/м^3.
Ацетонитрил – 100 мг/м^3.
Диоксид углерода – 20 мг/м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения воздуха рабочей зоны.

5. В воздухе промышленной площадки химического завода одновременно присутствуют следующие вещества в концентрациях:

Оксид углерода – 4,6 мг/м^3.
Сероводород – 3 мг/м^3.
Фенол – 0,005 мг/м^3.
Диоксид серы 1,5 мг/м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения воздуха промышленной площадки.

6. В атмосферном воздухе г. Москва обнаружены следующие загрязняющие вещества в концентрациях:

Оксид углерода – 2 мг/м^3.

Озон – 0,12 мг/м^3.

Диоксид азота – 0,05 мг/м^3.

Аммиак – 0,1 мг/м^3.

Рассчитать суммарный уровень загрязнения воздуха. Соответствует ли воздух г. Москва санитарно-гигиеническим требованиям?

7. В атмосферном воздухе г. Норильск одновременно обнаружены загрязняющие вещества в концентрациях:

Ацетонитрил – 0,20 мг/м^3.

Сероводород – 0,005 мг/м^3.

Фенол – 0,003 мг/м^3.

Формальдегид – 0,02 мг/м^3.

Рассчитать суммарный уровень загрязнения атмосферного воздуха, соответствует ли воздух г. Норильск санитарно-гигиеническим требованиям?

8. В воздухе рабочей зоны химического цеха обнаружены загрязняющие вещества аммиак, ацетонитрил, формальдегид, фенол в следующих концентрациях: 25; 100; 0,8; 0,2 мг/м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха химического цеха.

9. В воздухе промышленной площадки химического цеха обнаружены пары следующих кислот – серной; соляной и азотной в концентрациях 0,5; 1,2; 0,8 мг/м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха промышленной площадки.

10. В атмосферном воздухе небольшого промышленного города обнаружены следующие загрязняющие вещества диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода и гидроксид кальция в концентрациях 0,05; 0,4; 3,0; 0,5 мг/м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха.

11. В атмосферном воздухе г. Ялты обнаружены следующие загрязняющие вещества: диоксид серы, триоксид серы, оксиды азота, ацетонитрил в следующих концентрациях: 0,014; 0,3; 0,43; 0,14 мг/м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха.

12. В атмосферном воздухе небольшого города постоянно в течение года были обнаружены следующие вещества диоксид азота, оксид углерода, анилин, диоксид серы в следующих концентрациях: 0,03; 0,5; 0,02; 0,04 мг/м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха.

13. В атмосферном воздухе небольшого города постоянно в течение года были обнаружены следующие вещества диоксид азота, озон, серово-

дород в концентрациях: 0,03; 0,02; 0,08 мг/м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха.

14. В атмосферном воздухе г. Нефтекаменск одновременно обнаружены следующие загрязняющие примеси:

Ацетонитрилитрил – 0,64 мг/м^3.

Формальдегид – 0,018 мг/м^3.

Сероводород – 0,056 мг/м^3.

Фенол – 0,037 мг/м^3.

Рассчитать суммарный уровень загрязнения атмосферного воздуха и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха.

15. В воздухе промышленной площадки химического завода одновременно присутствуют следующие вещества:

Оксид углерода – 3,8 мг/м^3.

Сероводород – 4,8 мг/м^3.

Фенол – 0,0054 мг/м^3.

Диоксид серы – 1,56 мг/м^3.

Рассчитать суммарный уровень загрязнения воздуха. Соответствует ли воздух промышленной площадки санитарно-гигиеническим требованиям?

16. В воздухе рабочей зоны химического цеха литейного завода обнаружены загрязняющие вещества аммиак, ацетонитрил, формальдегид, фенол в следующих концентрациях: 55; 140; 0,83; 0,12 мг/м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха химического цеха и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха данного цеха.

17. В воздухе промышленной площадки химического цеха обнаружены пары следующих кислот – серной; соляной и азотной в концентрациях 0,5; 1,2; 0,8 мг/ м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха промышленной площадки и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха.

18. В атмосферном воздухе небольшого промышленного города обнаружены следующие загрязняющие вещества диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода и гидроксид кальция в концентрациях 0,95; 0,44; 3,6; 4,5 мг/ м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха.

19. В атмосферном воздухе г. Ялта обнаружены следующие загрязняющие вещества: диоксид серы, триоксид серы, оксиды азота, ацетонитрил в следующих концентрациях: 0,014; 0,3; 0,43; 0,14 мг/ м^3. Рассчитать уровень загрязнения воздуха и сделать вывод о состоянии атмосферного воздух.

20. В атмосферном воздухе г. Тверь одновременно обнаружены загрязняющие вещества в концентрациях:

Ацетонитрил – 0,018 мг/ м^3.
Диоксид серы 0,014 мг/м^3.
Аммиак – 0,10 мг/м^3.
Оксид азота – 0,30 мг/ м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения г. Тверь. Соответствует ли воздух г. Тверь санитарно-гигиеническим требованиям?

21. В воздухе промышленной площадки химического цеха по производству азотной кислоты обнаружены следующие примеси:
Диоксид серы – 5,6 мг/ м^3
Диоксид азота – 4,8 мг/ м^3.
Ацетонитрил – 158 мг/ м^3.
Диоксид углерода – 20 мг/м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения воздуха промышленной площадки и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха.

22. В воздухе промышленной площадки химического завода по производству удобрений одновременно присутствуют следующие вещества в концентрациях:
Оксид углерода – 5,6 мг/м^3.
Сероводород – 7 мг/м^3.
Фенол – 0,001 мг/м^3
Диоксид серы 1,8 мг/м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения воздуха и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха.

23. В атмосферном воздухе г. Ялта обнаружены следующие загрязняющие вещества в концентрациях:
Оксид углерода – 2,9 мг/м^3.
Озон – 4,12 мг/м^3.
Диоксид азота – 1,05 мг/м^3.
Аммиак – 0,08 мг/м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения воздуха. Соответствует ли воздух г. Ялта санитарно-гигиеническим требованиям?

24. В атмосферном воздухе г. Бахчисарай одновременно обнаружены загрязняющие вещества в концентрациях:
Ацетонитрил – 0,20 мг/м^3.
Сероводород – 0,005 мг/м^3
Фенол – 0,003 мг/м^3.
Формальдегид – 0,02 мг/м^3.
Рассчитать суммарный уровень загрязнения атмосферного воздуха, соответствует ли воздух г. Бахчисарай санитарно-гигиеническим требованиям?

25. В атмосферном воздухе небольшого курортного города постоянно в течение года были обнаружены следующие вещества диоксид азота, оксид углерода, анилин, диоксид серы в следующих концентрациях: 0,03; 0,5; 0,02; 0,04 мг/ $м^3$. Рассчитать уровень загрязнения воздуха и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха.

26. В атмосферном воздухе небольшого города постоянно в течение года были обнаружены следующие вещества диоксид азота, озон, сероводород в концентрациях: 0,03; 0,02; 0,08 мг/ $м^3$. Рассчитать уровень загрязнения воздуха и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха.

27. В атмосферном воздухе г. Симферополь одновременно обнаружены следующие загрязняющие примеси:

Ацетонитрил – 0,20 мг/$м^3$.

Сероводород – 0,006 мг/$м^3$.

Фенол – 0,007 мг/$м^3$.

Формальдегид – 0,018 мг/$м^3$.

Рассчитать суммарный уровень загрязнения атмосферного воздуха и сделать вывод о состоянии атмосферного воздуха.

28. В воздухе промышленной площадки гальванического цеха химического завода одновременно присутствуют следующие вещества:

Оксид углерода – 8,2 мг/$м^3$.

Сероводород – 5,9 мг/$м^3$.

Фенол – 0,47 мг/$м^3$.

Диоксид серы – 8,2 мг/$м^3$.

Рассчитать суммарный уровень загрязнения воздуха. Соответствует ли воздух промышленной площадки санитарно-гигиеническим требованиям?

29. В атмосферном воздухе г. Саратов одновременно обнаружены загрязняющие вещества в концентрациях:

Ацетонитрил – 0,018 мг/$м^3$.

Диоксид серы – 0,014 мг/$м^3$.

Аммиак – 0,10 мг/$м^3$.

Оксид азота – 0,30 мг/$м^3$.

Рассчитать суммарный уровень загрязнения г. Саратов. Соответствует ли воздух санитарно-гигиеническим требованиям?

30. В воздухе промышленной площадки химического цеха обнаружены пары следующих кислот – серной; соляной и азотной в концентрациях 0,5; 1,2; 0,8 мг/ $м^3$. Рассчитать суммарный уровень. Соответствует ли воздух санитарно-гигиеническим требованиям?

III. Задание № 3
«Оценка состояния поверхностных водоисточников»

3.1. Загрязнение поверхностных водоисточников

Качество воды в природе определяется совокупностью физико-географических факторов (климат, рельеф местности, почвенный покров, характер прибрежной растительности, площадь стока, особенность его строения, лесистость), а также зависит от биологических процессов, протекающих в водоеме, и деятельности человека (регулирование речного стока, сброс сточных вод, судоходство**). Под качеством воды** понимают совокупность ее свойств, обусловленных характером содержащихся в воде примесей (минеральных и органических веществ) в ионном, молекулярном, комплексном, коллоидном и взвешенном состоянии, а также изотопным составом радионуклидов в воде.

Состав природных вод оценивается по физическим, химическим и санитарно-гигиеническим показателям. Физические показатели – температура, содержание взвешенных веществ, цветность, запах и привкус. Температура подземных вод относительно стабильна в течение года: 8…12 ^{0}C, а поверхностных вод колеблется по сезонам года в интервале 0,1…30 ^{0}C. Прозрачность и мутность характеризуют наличие в воде взвешенных веществ (частиц песка, глины, ила, планктона, водорослей). Цветность воды обусловлена присутствием органических веществ (гумусовых, дубильных, белковых, углеводоподобных, жиров, органических кислот, входящих в состав зоо- и фитопланктона вод и являющихся продуктами их метаболизма или распада)

Любое отклонение от природного состава воды, изменение ее физико-химических свойств является **загрязнением**. Причем загрязнение поверхностных и подземных вод может быть вызвано как природными так и антропогенными источниками.

Основной причиной современной деградации природных вод Земли является антропогенное загрязнение. **Главными его источниками** служат:

- сточные воды промышленных предприятий;
- сточные воды коммунального хозяйства городов и других населенных пунктов;
- стоки систем орошения, поверхностные стоки с полей и других сельскохозяйственных объектов;
- атмосферные выпадения загрязнителей на поверхность водоемов и водосборных бассейнов.

Кроме этого, неорганизованный сброс воды осадков (ливневые стоки, талые воды) загрязняет водоемы существенной частью техногенных тер-

раполлютантов, которые являются основной частью химического загрязнения водоемов.

Вещества, которые вызывают нарушение качества воды, называют **загрязняющими.** Кроме химического загрязнения водоемов определенное значение имеют также механическое, термическое и биологическое загрязнение.

Основными источниками химического загрязнения являются промышленные предприятия и предприятия теплоэнергетики. Например, сточные воды, образующиеся при работе котельных, содержат смягчители, продукты коррозии. Наличие на поверхности воды масел, нефти ухудшай обменные процессы, снижает содержание кислорода в воде, что приводит к гибели рыб. 1 л нефти загрязняет до 12 $м^2$ поверхности воды водоема. Если содержание нефтепродуктов составляет около 200 $мг/м^3$, нарушается экологическое равновесие объектов. Синтетические поверхностно активные вещества (СПАВ) пагубно влияют на развитие фитопланктона. Свинец, ртуть, кадмий, никель, цинк, марганец, попав в воду, делают ее токсичной, что приводит не только к гибели зоопланктона, но и наносит вред здоровью людей. Сточные воды гальванических участков по многим веществам превышают ПДК в 2000 – 5000 раз. Пестициды, которые попадают в воду при обработке лесопосадок, садов, огородов, негативно влияют на все живые организмы, которые потребляют такую воду.

Таблица 1

Ориентировочные количества массовых загрязнителей океана и континентальных вод планеты

Группы веществ	млн т/год
Затонувшие суда, плавающий и погруженный мусор	1200
Взвешенные вещества техногенного происхождения	1400
Растворенные неорганические вещества	4000
В том числе ✓ минеральные удобрения ✓ соли тяжелых металлов	 80 3
Синтетические органические вещества	2500
В том числе ✓ моющие средства, СПАВ ✓ фенолы и другие циклические углеводороды ✓ пестициды	 15 5 2
Биогенная органика	1200
Нефтепродукты	12
Аэрогенные выпадения техногенной природы	1800

Хозяйственно-бытовые стоки приводят к биологическому загрязненный воды, что может вызывать кишечно-желудочные заболевания (холеру, тиф) и заболевания печени (гепатит). Особенно опасные сточные воды пунктов санитарной обработки белья и спецодежды, стоки от больниц, бы-

товые стоки, которые, попав в воду, могут вызывать разные глистные заболевания (аскаридоз, эхинококкоз и др.). Органические загрязнения часто приводят к непредсказуемым процессам – связывание кислорода в воде, гибели живых организмов и фитопланктона. Избытки фосфора и азота в воде приводят к ее цветению и нарушению биологического равновесия в водоемах (эвторофикации).

Радиоактивные вещества, попадая к воде, вызывают ее ионизацию, Что неблагоприятно отражается на развитии живых организмов. Более того, фитопланктон и рыбы могут усваивать огромное количество радиоактивных веществ и накапливать их в своем организме. Потребление такой рыбы приводит к нарушению состояния здоровья людей.

3.2. Нормирование загрязняющих веществ поверхностных водоисточников

Охрана вод - это система мероприятий, направленных на предотвращение и устранение последствий загрязнения, засорения и истощения вод. Охрана вод предусматривает установление видов и значений показателей водопотребления и водоотвода, а также качества воды. Она предусматривает выработку методов и средств очистки стоков, контроль качества воды.

Водопользование - это использование воды без изъятия её из мест естественной локализации. Основными водопользователями являются рыбное хозяйство, гидроэнергетика, водный транспорт.

При водопользовании для питьевых, бытовых, коммунальных, спортивно-оздоровительных, архитектурно-эстетических и других целей организм человека непосредственно контактирует с водой либо этот контакт опосредуется через другие среды и объекты.

Водопотребление – использование воды абонентом на удовлетворение своих нужд (Постановление Правительства Российской Федерации от 12.02.99 №167 «Об утверждении Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации»). Т.е. водопотребление это использование водных ресурсов для нужд промышленности, коммунального и сельского хозяйства.

Различают возвратное (оборотное) водопотребление, при котором вода используется многократно, чем обеспечивается ресурсосбережение и безвозвратное (т.е. однократное).

Для определения опасности нарушений поверхностных природных водоемов важен объем безвозвратного водопотребления.

В основе оценки опасности всех видов нарушений лежит общий принцип, основанный на определении объемов загрязненных стоков (или изъятых вод) и размеров превышения их нормативных уровней. Опасность i-го нарушения, например химического, рассчитывается по уравнению:

$$D_i = V_i \times W_i/N_i \ , \qquad (1)$$

где Di – величина техногенной опасности для нормального состояния водоема, выраженная в тыс. $м^3$ чистой воды, необходимой для устранения опасности – разбавления вредных стоков;

Vi – объем загрязненного стока, тыс. $м^3$;

Wi – величина нарушения – концентрация максимально опасного загрязнителя в стоке, мг/л;

Nj – нормативное значение нарушения – ПДК максимально опасного загрязнителя в водоеме рыбохозяйственного назначения, мг/л.

Нормирование загрязняющих веществ водоисточников напрямую зависит от категории водопользования

Согласно СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» категория, которая используется для нужд населения называется вода **хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.** Такая вода делится на две основные категории: ***I категория водопользования*** – водные объекты, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности и ***II категория водопользования*** – водные объекты, используемые для купания, занятия спортом и отдыха населения.

Второй тип водопользования это вода, к которой предъявляют особые требования – воды **рыбохозяйственного водопользования.** К водным объектам рыбохозяйственного значения относятся водные объекты, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) водных биоресурсов. Согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов» такая вода так же делится на несколько категорий: ***высшая категория*** – места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных видов рыб и других промысловых водных организмов; ***I категория*** – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода и ***II категория*** – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

В зависимости от категории водопользования предъявляются соответствующие требования к качеству воды.

Для контроля состояния поверхностных вод предусмотрена российским законодательством система наблюдений. Гидрохимическая система контроля и наблюдений создается с учетом сбросов сточных вод, а также видов водопользования. Состав и объем гидрохимических наблюдений определяются требованиями, предъявляемыми органами государственного управления и надзора и основными водопользователями.

Рис 3. Категории водопользования

При этом обычно устанавливаются следующие основные **показатели качества воды**:

- ✓ минерализация;
- ✓ содержание кислорода;
- ✓ биологическое потребление кислорода (БПК) – количество кислорода, необходимое для окисления бактериями и простейшими всей органики в 1 л загрязненной воды;
- ✓ химическое потребление кислорода (ХПК);
- ✓ содержание основных ионов, биогенных веществ, нефтепродуктов, фенолов, пестицидов, тяжелых металлов.

Определяются также физические параметры:

- ✓ ·цветность,
- ✓ ·температура.

Контроль загрязнения водных объектов по физическим и химическим показателям, а также бактериологическая оценка поверхностных вод в

природных средах оказываются недостаточными. Основным нормативным требованием к качеству воды является соблюдение установленных предельно допустимых концентраций.

В таблице 5 представлены некоторые нормирующие показатели и соответствующая степень загрязнения при превышении этих показателей.

Таблица 2

Нормирующие показатели загрязнения для водных объектов

Степень загрязнения	Органолептический режим		Токсикологический режим	Санитарный режим			Бактериологический режим	Индекс загрязнения
	Запах привкус, балл	ПДК степень превышения	ПДК степень превышения	$БПК_{20}$, мг/дм^3		Растворенный кислород, мг/дм^3	Число лактозоположительных кишечных палочек в 1 дм^3	
				1	П			
Допустимая	2	1	1	3	6	4	Меньше 1 х 104	0
Умеренная	3	4	5	6	8	3	1 х 104 - 1 х 105	1
Высокая	4	8	10	8	10	2	1 х 105 - 1 х 106	2
Чрезвычайно высокая	>4	>8	>100	>8	>10	1	Больше 1 х 106	3

где **$БПК_{20}$ – биологическая потребность кислорода** за 20 дней для водоемов 1 и 2 категорий водопользования.

Водные объекты с допустимой степенью загрязнения могут использоваться для всех видов водопользования без ограничений, с умеренной степенью загрязнения используются лишь для культурно-бытового водопользования, с высокой степенью – небезопасные для любого водопользования

Водные объекты с чрезвычайно высокой степенью загрязнения непригодные для всех видов водопользования.

Важнейшей составной частью водно-санитарного законодательства являются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде водоемов.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воде водоемов – максимальная концентрация вещества в воде, которая при поступлении в организм в течение всей жизни не должна оказывать прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующих поколениях, в том числе в отдаленные сроки жизни, а также не ухудшать гигиенические условия водопользования.

При обосновании предельно допустимых концентраций прежде всего учитывается безопасность здоровья населения – главного водопользовате-

ля. Различают **уровни загрязнения,** не влияющие прямо или косвенно на санитарные условия водопользования и здоровье населения, – предельно допустимые концентрации для водоемов. При этом учитывают водоемы хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения.

ПДК для различных категорий водопользования различны. Исходя из того, что отдельные вещества оказывают неблагоприятное воздействие на организм при попадании внутрь, а другие представляют опасность даже при контактном воздействии, для практики приняты различные ограничения. Поэтому ПДК разных веществ различаются лимитирующим показателем вредности (ЛПВ).

При установлении предельно допустимой концентрации того или иного вещества обязательно рассматриваются **три признака вредности:** общесанитарный, органолептический и санитарно-токсикологический. Под **общесанитарным признаком** вредности понимают влияние вредных веществ сточных вод на санитарный режим водоемов, т.е. на процессы их естественного самоочищения от органического загрязнения преимущественно бытовыми сточными водами. Под воздействием промышленных стоков нередко нарушаются процессы самоочищения водоемов вследствие, например, нарушения кислородного режима из-за чрезмерного загрязнения воды легко окисляющимся и способными к брожению веществами. При значительном уменьшении растворенного в воде кислорода наблюдается образование пленок и твердых плавающих загрязнений на поверхности, появление грибковых обрастаний и другие признаки развития гнилостных процессов, которые нередко изменяют и внешний вид водоемов. Такой водоем становится непригодным для купания, водного спорта и других культурно-бытовых целей.

Вредные вещества сточных вод влияют на **органолептические, обнаруживаемые органами чувств, свойства воды** или, другими словами, на качество воды, соответствующее требованиям разнообразного санитарно-бытового использования водоема. Например, наличие на поверхности воды пленки минеральных масел, неприятный запах и привкус, окрашивание, повышенная температура и жесткость ограничивают использование водоема для культурно-бытовых и спортивных целей.

Санитарно-токсикологическая вредность сточных вод связана с влиянием содержащихся в них вредных веществ на здоровье человека через источники питьевого водоснабжения. Установление предельно допустимых концентрации здесь базируется на подпороговых концентрациях веществ, т.е. концентрациях, при которых не наблюдается сколько-нибудь заметного изменения функционального состояния организма, определяемого методами, принятыми в современных экспериментальных, медико-биологических исследованиях. При этом учитывается также и возможность отдаленных последствий воздушных загрязнителей на организм че-

ловека – мутагенного (изменение наследственных признаков), гонадотропного (нарушение половой функции), эмбриотропного (нарушение развития плода) и бластомагенного (развитие опухолей) эффектов.

В настоящее время общепринято, что предельно допустимые концентрации того или иного вещества в воде водоема устанавливается по таким признакам вредного действия – влияние на здоровье населения, на органолептические свойства воды или на общесанитарное состояние водоема, которому соответствует наименьший показатель пороговой или подпороговой (для санитарно-токсикологического признака) концентрации. Так как этот признак вредности определяет характер неблагоприятного действия наименьших концентраций загрязнителя, он называется лимитирующим признаком вредности. Определение предельно допустимых концентраций по пороговой и подпороговой концентрации лимитирующего признака вредности создает известный запас надежности по двум остальным признакам вредности.

Аналогично этим свойствам различают **лимитирующие признаки вредности:**

- ✓ санитарно-токсикологический (с,-т.);
- ✓ общесанитарный (общ.);
- ✓ органолептический (орг.), с обязательной расшифровкой характера изменения органолептических свойств воды (зап. - изменяется запах воды, окр. - влияет на окраску, пен. - вызывает образование пены, пл. - образует пленку на поверхности воды, привк.- придает воде привкус).

Лимитирующий показатель вредности не имеет количественной характеристики, но отражает приоритетность требований к качеству воды.

В водных объектах культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения в основу приоритетности нормирования положены санитарно-токсикологический, общесанитарный, органолептический ЛПВ. В водных объектах рыбохозяйственного назначения – в основном токсикологический и отчасти органолептический.

Как правило, водоемы загрязняются одновременно несколькими веществами. Эффект действия вредных веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности при концентрации близких к предельно допустимым концентрациям суммируются. На сегодня утверждены более 1000 предельно допустимых концентрации вредных веществ в водоемах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Рыбохозяйственные предельно допустимые концентрации, установленные для более 200 веществ – это такие концентрации загрязнителей, при постоянном присутствии которых в водоеме выполняются следующие условия:

- ✓ не наблюдаются случаи гибели рыб и организмов, служащих для рыб кормом;

- ✓ не происходит постепенное истребление тех или иных видов рыб, для жизни которых водоем был пригодным, а также замены ценных для рыб в кормовом отношении, организмов на малоценные или не имеющие кормового значения;
- ✓ не происходит порчи товарных качеств обитающих в водоеме рыб, например, появление неприятных привкусов и запахов;
- ✓ не происходят изменения, способные в определенные сезоны или в обозримом будущем привести к гибели рыб, замена ценных видов на малоценные или к потере рыбохозяйственной ценности, как всего водоема, так и его части.

Кроме лимитирующих признаков вредности при нормировании особое внимание уделяется химическому составу загрязняющих воду веществ. Экспериментальное определение токсикологических свойств веществ лежит в основе оценивания их класса опасности.

Класс опасности – условная величина вредного воздействия, которая устанавливается в соответствии с нормативными отраслевыми документами. Для разных объектов – для химических веществ, для отходов – установлены различные нормативы и показатели.

Загрязняющие вещества делятся на 4 класса опасности:

1 класс - чрезвычайно опасные,

2 класс - высокоопасные,

3 класс - умеренно опасные,

4 класс - малоопасные.

Согласно ГН2.1.5.689-98 («Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования») п***ри нахождении в водоеме нескольких веществ*** с одинаковым лимитирующим признаком вредности***, относящиеся к 1 и 2 классам опасности***, сумма отношений концентраций (С1, С2, ... Cn) каждого из веществ в веществ в водном объекте к соответствующей ПДК не должна превышать единицы.:

$$\mathbf{C = C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + C_3/ПДК_3 + \ldots\ldots + C_n/ПДК_n < 1}, \qquad (2)$$

где C_1 C_2,...$C_п$ – фактические концентрации веществ в водоеме;

$ПДК_1$, $ПДК_2$, ..., ПДКп – предельно допустимые концентрации соответствующих веществ.

Если эта сумма больше 1, или концентрация какого-либо из веществ превышает ПДК, то вода данного водоема не соответствует гигиеническим требованиям к составу и свойствам воды водных объектов в пунктах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

3.3. Пример решения задачи

В воде водоема первой категории обнаружены концентрации вредных веществ: ацетооксим 3,5 мг/л, белково-витаминный концентрат (БВК) 0,01 мг/л, бензол 0,2 мг/л, изопропиломин 0,1 мг/л, керосин 0,02 мг/л, нитроэтан 0,2 мг/л. Соответствует ли вода водоема санитарно-гигиеническим требованиям с учетом эффекта суммации.

Решение.

В соответствии с правилами распределим вещества по лимитирующим признакам и для них найдем ПДК и классы опасности.

№ п/п	вещество	Ci, мг/л	ПДКi мг/л	ЛПВ, класс опасности
1	***ацетооксим***	***3,5 мг/л,***	***8***	***С.-т., 2 класс опасн.***
2	***БВК***	***0,01 мг/л,***	***0,002***	***С.-т., 2 класс опасн.***
3	***бензол***	***0,2 мг/л,***	***0,5***	***С.-т., 2 класс опасн.***
4	изопропиломин	0,1 мг/л,	2	С.-т. 3 класс опасн.
5	керосин	0,02 мг/л,	0,01	орг.зап, 4 класс оп.
6	***нитроэтан***	***0,2 мг/л.***	***1***	***С.-т., 2 класс опасн.***

В эффект суммации включаем вещества только 2 класса опасности:

$$(3,5/8)+(0,01/0,02)+(0,2/0,5)+(0,2/1) = 1,54>1$$

Проверяем вещества, которые не вошли в эффект суммации. В нашей задаче это керосин – вещество 4го класса опасности и изопропиламин – 3го класса опасности. Проверку осуществляем путем сравнения концентрации оставшегося вещества с его соответствующей концентрацией.

№ п/п	вещество	Ci, мг/л	ПДКi мг/л	Класс опасности
1	Керосин (техн.)	0,02	0,01	*4*
2	Изопропиламин	0,1	2	*3*

Вывод: Вода водоема не соответствует гигиеническим требованиям, так как эффект суммации превышает 1 и концентрации керосина в 2 раза выше ПДК.

3.4. Задания для самостоятельного решения

1. В воде водоема обнаружены:
   фенол 0,0006 мг/л
   толуол 0,03 мг/л
   бутилацетат 0,08 мг/л
   пиридин 0,05 мг/л
   керосин 0,003 мг/л
   висмут 0,04 мг/л
   нитроэтан 0,02 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

2. В воде водоема обнаружены:
   аммиак 0,8 мг/л
   белково-витаминный концентрат 0,009 мг/л
   кислота бензойная 0,1 мг/л
   кислота олеиновая 0,35 мг/л
   кислота уксусная 0,2 мг/л
   кремний 2 мг/л
   ртуть 0,0006 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

3. В воде водоема обнаружены:
   бутилацетат 0,04 мг/л
   бензин 0,02 мг/л
   диметилсульфоксид 0,015мг/л
   кислота муравьиная 0,8 мг/л
   альфа-нафтол 0,04 мг/л
   стирол 0,01 мг/л
   диметилдисульфид 0,01 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

4. В воде водоема обнаружены:
   этилацетат 0,04 мг/л
   хром 0,12 мг/л
   хлороформ 0,02 мг/л
   нафталин 0,02 мг/л
   мышьяк 0,01 мг/л
   литий 0,01 мг/л
   диметиламин 0,03 мг/л
   бор 0,06 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

5. В воде водоема обнаружены:
   аллил хлористый 0,05 мг/л
   анилин 0,04 мг/л

ацетальдегид 0,07 мг/л
бензин 0,03 мг/л
бензилпенициллин 0,01 мг/л
винил хлористый 0,02 мг/л
дибутиламин 0,05 мг/л
натрий 10,0 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

6. В воде водоема обнаружены:
четыреххлористый углерод 0,002 мг/л
циклогексан 0,04 мг/л
этилакрилат 0,008мг/л
фурфурол 0,009мг/л
сульфадимезин 0,2 мг/л
спирт изобутиловый 0,03 мг/л
стирол 0,05 мг/л
натрий 1,0 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

7. В воде водоема обнаружены:
никель 0,02 мг/л
оксид пропилена 0,005мг/л
магний хлорат 2,4 мг/л
кислота щавеливая 0,1 мг/л
кислота масляная 0,2 мг/л
кадмий 0,0004 мг/л
диметиламин 0,06 мг/л
винилацетат 0,04 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

8. В воде водоема обнаружены:
ампициллин 0,002 мг/л
белково-витаминный концентрат 0,005 мг/л
бензилпенициллин 0,004мг/л
бутилицетат 0,2 мг/л
глицерин 0,01 мг/л
диметиламин 0,02 мг/л
кислота уксусная 0,03 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

9. В воде водоема обнаружены:
литий 0,01 мг/л
фурфурол 0,3 мг/л
циклогексан 0,04 мг/л
марганец 0,01 мг/л
бериллий 0,00001 мг/л
диизобутиламин 0,01 мг/л
диэтиламин 0,2 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

10. В воде водоема обнаружены:
кислота муравьиная 1,1 мг/л
пентахлорфенол 0,004 мг/л
персульфат аммония 0,09 мг/л
хлороформ 0,01 мг/л
тетрагидрофуран 0,6 мг/л
дихлорэтан 0,008 мг/л
бром 0,05 мг/л
ацетооксим 0,5 мг л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

11. В воде водоема обнаружены:
барий 0,04мг/л
диметиламин 0,01 мг/л
нитрозофенол 0,04 мг/л
тетранитрометан 0,1 мг/л
кислота монохлоруксусная 0,02мг/л
стирол 0,2 мг/л
спирт изобутиловый 0,03 мг/л
стронций 1,2 мг л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

12. В воде водоема обнаружены:
медь 0,2 мг/л
аммиак 0,5 мг/л

формальдегид 0,02 мг/л
этиленгликоль 0,06 мг/л
этилацетат 0,04 мг/л
нитроэтан 0,03 мг/л
глицерин 0,004 мг/л
дициандиамид 3 мг л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

13. В воде водоема обнаружены:
толуол 0,03 мг/л
изобутиловый спирт 0,08 мг/л
пиридин 0,05 мг/л
висмут 0,04 мг/л
нитроэтан 0,02 мг/л
кислота бензойная 0,1 мг/л
кремний 2 мг/л
ртуть 0,0006 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

14. В воде водоема обнаружены:
альфа-нафтол 0,04 мг/л
стирол 0,01 мг/л
диметилдисульфид 0,01 мг/л
хром 0,12 мг/л
хлороформ 0,02 мг/л
нафталин 0,02 мг/л
мышьяк 0,01 мг/л
литий 0,01 мг/л
диметиламин 0,03 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

15. В воде водоема обнаружены:
аллил хлористый 0,05 мг/л
анилин 0,04 мг/л
ацетальдегид 0,07 мг/л
бензин 0,03 мг/л
циклогексан 0,04 мг/л
этилакрилат 0,008 мг/л

фурфурол 0,009 мг/л
сульфадимезин 0,2 мг/л
спирт изобутиловый 0,03 мг/л
стирол 0,05 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

16. В воде водоема обнаружены:
никель 0,02 мг/л
оксид пропилена 0,005 мг/л
магний хлоратрат 2,4 мг/л
кислота щавеливая 0,1 мг/л
кислота масляная 0,2 мг/л
кадмий 0,0004 мг/л
диметиламин 0,06 мг/л
винилацетат 0,04 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

17. В воде водоема обнаружены:
ампициллин 0,002 мг/л
белково-витаминный концентрат 0,005 мг/л
бензилпенициллин 0,004мг/л
бутилицетат 0,2 мг/л
глицерин 0,01 мг/л
диметиламин 0,02 мг/л
кислота уксусная 0,03 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

18. В воде водоема обнаружены:
марганец 0,01 мг/л
бериллий 0,00001 мг/л
диизобутиламин 0,01 мг/л
диэтиламин 0,2 мг/л
кислота муравьиная 1,1 мг/л
пентахлорфенол 0,004 мг/л
дихлорэтан 0,008 мг/л
бром 0,05 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

19. В воде водоема обнаружены:
тетранитрометан 0,1 мг/л
кислота монохлоруксусная 0,02мг/л
стирол 0,2 мг/л
спирт изобутиловый 0,03 мг/л
стронций 1,2 мг л
этиленгликоль 0,06 мг/л
этилацетат 0,04 мг/л
нитроэтан 0,03 мг/л
дициандиамид 3 мг л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

20. В воде водоема обнаружены:
нитроэтан 0,02 мг/л
аммиак 0,8 мг/л
белково-витаминный концентрат 0,009 мг/л
кислота бензойная 0,1 мг/л
кислота олеиновая 0,35 мг/л
кислота уксусная 0,2 мг/л
кремний 2 мг/л
ртуть 0,0006 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

21. В воде водоема обнаружены:
бутилацетат 0,04 мг/л
бензин 0,02 мг/л
диметилсульфоксид 0,015мг/л
кислота муравьиная 0,8 мг/л
альфа-нафтол 0,04 мг/л
стирол 0,01 мг/л
диметилдисульфид 0,01 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

22. В воде водоема обнаружены:
мышьяк 0,01 мг/л

литий 0,01 мг/л
диметиламин 0,03 мг/л
бор 0,06 мг/л
аллил хлористый 0,05 мг/л
бензин 0,03 мг/л
бензилпенициллин 0,01 мг/л
винил хлористый 0,02 мг/л
дибутиламин 0,05 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

23. В воде водоема обнаружены:
этилакрилат 0,008 мг/л
сульфадимезин 0,2 мг/л
спирт изобутиловый 0,03 мг/л
стирол 0,05 мг/л
никель 0,02 мг/л
кислота щавеливая 0,1 мг/л
кислота масляная 0,2 мг/л
кадмий 0,0004 мг/л
винилацетат 0,04 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

24. В воде водоема обнаружены:
ампициллин 0,002 мг/л
белково-витаминный концентрат 0,005 мг/л
бензилпенициллин 0,004мг/л
бутилицетат 0,2 мг/л
глицерин 0,01 мг/л
диметиламин 0,02 мг/л
кислота уксусная 0,03 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

25. В воде водоема обнаружены:
бериллий 0,00001 мг/л
диизобутиламин 0,01 мг/л
диэтиламин 0,2 мг/л
пентахлорфенол 0,004 мг/л
персульфат аммония 0,09 мг/л

хлороформ 0,01 мг/л
тетрагидрофуран 0,6 мг/л
дихлорэтан 0,008 мг/л
ацетооксим 0,5 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

26. В воде водоема обнаружены:
спирт изобутиловый 0,03 мг/л
стронций 1,2 мг л
медь 0,2 мг/л
аммиак 0,5 мг/л
формальдегид 0,02 мг/л
этилацетат 0,04мг/л
нитроэтан 0,03 мг/л
глицерин 0,004 мг/л
дициандиамид 3 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

27. В воде водоема обнаружены:
кислота муравьиная 1,1 мг/л
пентахлорфенол 0,004 мг/л
персульфат аммония 0,09 мг/л
хлороформ 0,01 мг/л
тетрагидрофуран 0,6 мг/л
дихлорэтан 0,008 мг/л
бром 0,05 мг/л
ацетооксим 0,5 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

28. В воде водоема обнаружены:
барий 0,04 мг/л
диметиламин 0,01 мг/л
нитрозофенол 0,04 мг/л
тетранитрометан 0,1 мг/л
кислота монохлоруксусная 0,02мг/л
стирол 0,2 мг/л
спирт изобутиловый 0,03 мг/л
стронций 1,2 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

29. В воде водоема обнаружены:
медь 0,2 мг/л
аммиак 0,5 мг/л
формальдегид 0,02 мг/л
этиленгликоль 0,06 мг/л
этилацетат 0,04мг/л
нитроэтан 0,03 мг/л
глицерин 0,004 мг/л
дициандиамид 3 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

30. В воде водоема обнаружены:
толуол 0,03 мг/л
бутиловый спирт 0,08 мг/л
нитроэтан 0,02 мг/л
альфа-нафтол 0,04 мг/л
стирол 0,01 мг/л
диметилдисульфид 0,01 мг/л
мышьяк 0,01 мг/л
литий 0,01 мг/л

Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема.

Таблица 3

ПДК основных загрязняющих веществ, попадающих в водный объект

Наименование вредного вещества	ПДК мг/л	Класс опасности ЛПВ	Наименование вредного вещества	ПДК мг/л	Класс опасности ЛПВ
1	2	3	4	5	6
ацетооксим	8,0	2, с-т.	Кадмий	0,001	2, с-т.
аммиак	2,0	3, с-т.	Кремний	10,0	2, с-т.
альфа-нафтол	1,0	3, орг.зап.	Литий	0,03	2, с-т.
Аллил хлористый	0,3	3, с-т.	медь	1,0	2,орг.пр.
Анилин	0,1	2, с-т.»	марганец	0,1	3,орг.цв.
Ацетальдегид	0,2	4,орг.зап.	Магний (магния хлорат)	20,0	3.общ
Ампициллин	0,2	2, с-т.	мышьяк	0,05	2, с-т.
Барий	0.001	2, с-т.»	Нитроэтан	1,0	2 с-т.

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6
Бром	0,002	2, с-т.	Нафталин	0,01	4,орг.зап.
Берилий	0.0002	1, с-т.	Натрий	200	2 с-т.
Бутилацетат	0,1	4, общ.	Никель	0.001	3. с-т.
Бензилпенициллин	0,02	2, с-т.	Нитрозофенол	0,1	3,орг.окр.
Белково-витаминный концентрат	0,2	3, с-т.	Нитроэтан	1,0	2, с-т.
Бензин	0,1	3,орг.зап.	Оксид пропилена	0,01	2, с-т.
Бор	0,5	2, с-т.	Пиридин	0,2	2, с-т.
Бутиловый спирт	1,0	2, с-т.	Пентахлорфенол	0,01	2, с-т.
Бензол	0,5	2, с-т.	Персульфат аммония	-0,5	2, с-т.
Висмут	0,001	2, с-т.	Ртуть	0,0005	1, с-т.
Винил хлористый	0,001	2, с-т.	Стирол	0,1	3,орг.зап.
Винилацетат	0,05	2, с-т.	Сульфадимезин	1,0	3,общ
Гидразин	0,02	2, с-т.	Спирт изобутиловый	0,15	2, с-т.
Глицерин	0,01	2, с-т.	Стронций	7,0	2, с-т.
Диметилсульфоксид	0,5	4,общ.	Тетранитрометан	0,5	4,орг.зап.
Диметилдисульфид	0,1	3,общ.	Тетрагидрофуран	0,5	4,общ.
Диметиламин	0,01	4,орг.зап.	Толуол	0,5	4, орг.зап
Дибутиламин	0,1	2, с-т.	Фенол	0,001	4,орг.зап.
диизобутиламин	1,0	3,орг.зап.	Фурфурол	1,0	4,орг.
Диэтиламин	2,0	3, с-т.	формальдегид	0,5	2, с-т.
Дихлорэтан	0,02	2, с-т.	Хлороформ	0,6	2, с-т.
Дициандиамид	10,0	4,орг.пр.	Хром	0,5	3, с-т.
Изопропилин	2,0	3, с-т.	Циклогексан	0,1	2, с-т.
Керосин	0,01	4,орг.зап.	Четырёххлористый углерод	0,006	2, с-т.
Кислота бензойная	0,6	4,общ	углерод		
Кислота олейновая	0,5	4,общ	Этилакрилат	0,005	4,орг.зап.
Кислота уксусная	1,0	4,общ	Этилацетат	0,2	2, с-т.
Кислота муравьиная	3,5	3,общ	Этиленгликоль	1,0	3, с-т.
Кислота щавелевая	3,0	3,общ.			
Кислота маслянная	0,7	4,общ.			
Кислота монохлоруксусная	0,06	2, с-т.			

IV. Задание № 4
«Расчет выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий»

4.1. Загрязнение атмосферного воздуха

В 1967 году Европейский союз так определил **загрязнение атмосферного воздуха:** любое постороннее вещество или изменение естественного состава воздуха, способное вызвать вредные эффекты или же создать затруднение для человека (согласно ГОСТ 17.2.1.09-80 **загрязнение атмосферы** – изменение состава атмосферы в результате наличия в ней примеси).

Загрязнение атмосферы – может быть результатом или количественных изменений – повышение концентраций ее обычных составляющих; или качественных изменений; вызванных появлением инородных составляющих или же – совместное воздействие обоих этих процессов. Такие изменения происходят благодаря присутствию в атмосферном воздухе примеси.

Примесь – рассеянное в атмосфере вещество, не содержащееся в ее постоянном составе.

Чаще всего примеси оказываются в атмосферном воздухе путем выброса различных загрязняющих веществ, отходящих от источников. **Выброс** – это процесс поступления загрязненного вещества в атмосферу.

Кроме того на практике разделяют понятия:

1. *Источник загрязнения.* Это, например - предприятие, производство, техпроцесс.
2. *Источник выделения загрязняющих веществ:* оборудование, станки, котлы.
3. *Источники выброса:* труба, шахта.

Существует классификация как выбросов, так и их источников. Источники выбросов чаще всего классифицируют по классам в зависимости от размера того или иного стационарного источника.

Класс	**Высота устья над уровнем земли, (м)**	**Виды источников**
Высокий I	более 50 м	- трубы; - трубы теплосетей, химпредприятий;
Средней высоты II	от 10 до 20 м	- вентиляционные устройства; - трубы котельных;
Низкий III	от 2 до 10 м	- вентиляционные шахты; - трубы котельных;
Наземный IV	менее 2 м	- горящие свалки; - ДВС, оборудование.

Кроме того, различают точечные источники загрязнения (трубы) и линейные (аэрационные фонари, близко расположенные трубы одного класса высоты). Любой промышленный выброс содержит **отходящие вредные вещества**, т.е. те вещества, которые содержатся в газовом потоке, отходящем от промышленного источника.

Выбросы классифицируются:

1. по организации отвода и контроля:
   а) организованные;
   б) неорганизованные;
2. по режиму осуществления:
   а) непрерывные;
   б) периодические;
3. по температуре:
   а) горячие;
   б) холодные;
4. по химическому составу и размерам.

Для того чтобы минимизировать воздействие загрязняющих веществ на атмосферный воздух, необходимо не только нормирование самих поллютантов, но качественно проводимая инвентаризация как самих вредных (загрязняющих) веществ, так и их источников. В соответствии со статьей 22 "Инвентаризация выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и их источников" федерального закона «Об охране атмосферного воздуха» и ст. 121 ФЗ N 122-ФЗ от 22.08.04 "О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон "Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации" и "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации", **инвентаризация выбросов загрязняющих веществ** в атмосферу является систематизацией сведений о распределении источников выбросов на территории, количестве и составе выбросов. Согласно этим документам рассматриваемые источники делятся на стационарные и передвижные.

Все источники, относящиеся к конкретной территории предприятия, являются **стационарными источниками выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.**

Стационарным источником выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух является любой (точечный, площадной и т.д.) источник с организованным или неорганизованным выбросом вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, дислоцируемый или функционирующий постоянно или временно в границах участка территории (местности) объекта, предприятия, юридического или физического лица, принадлежащего ему или закрепленного за ним в соответствии с действующим законодательством.

Стационарные источники выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух подразделяются на два типа:

- источники с организованным выбросом (**под организованным выбросом** понимается выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздуховоды и трубы);

- источники с неорганизованным выбросом (под неорганизованным выбросом понимается выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы вентиляционных систем, местных отсосов в местах загрузки, выгрузки или хранения сырья, топлива, полупродуктов и продуктов и т.д.).

Для определения количественных и качественных характеристик выделений и выбросов ЗВ в атмосферу используются инструментальные и расчетные (расчетно-аналитические) методы. Инструментальные методы являются превалирующими для источников с организованным выбросом загрязняющих веществ в атмосферу (ГОСТ 17.2.3.02-78). Оценка выбросов, выполняемая с помощью расчетных (расчетно-аналитических) методов, базируется на удельных технологических показателях, балансовых схемах, закономерностях протекания физико-химических процессов, а также на сочетании инструментальных измерений и расчетных формул, учитывающих параметры конкретных источников.

Задачей любого промышленного предприятия является обеспечение такого содержания вредных веществ в воздухе, которое не окажет вредного воздействия ни на качество окружающей среды, ни на здоровье населения.

Конечная цель нормирования (по Белову) состоит в том, что бы независимо от режимов антропогенных или природных факторов, максимальная примесь в воздухе не превышала ПДК в атмосферном воздухе города, поселка, промышленного или сельскохозяйственного предприятия.

В России, приоритетным условием этого является соблюдение санитарно-гигиенических нормативов. В основу которых положено условие, при котором суммарная концентрация каждого вредного вещества не должна превышать максимально разовую предельно допустимую концентрацию данного вредного вещества в атмосферном воздухе, с учетом ее соответствующей фоновой концентрации:

$$\mathbf{C_{\sum} = (C_м + C_ф) \leq ПДК,} \qquad (1)$$

где $C_м$ – максимальная концентрация загрязняющих веществ в приземном воздухе, создаваемая источником выбросов, мг/м^3;

$C_ф$ – фоновая концентрация однонаправленных вредных веществ, характерная для данной местности (принимается п ос правке органов санитарно-эпидемиологической службы), мг/м^3.

Отсюда следует, что предприятие должно обеспечить, такое поступление загрязняющих веществ, при котором эти вещества смогут рассеяться до неопасных концентраций ПДК в определенных местах. Для этого необходимо установить какая фактическая концентрация $С_м$ может сформироваться в приземном слое воздуха и на каком расстоянии от источника $Х_м$ это произойдет.

Эти расчеты ведутся согласно. «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий», а так же различным отраслевым методикам (Основным документом, регламентирующим расчет рассеивания и определения приземных концентраций выбросов промышленных предприятий, так же является вышеназванная методика (ОНД-86)).

При выбросе в атмосферу загрязняющих веществ из нескольких источников, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, загрязнения приземного слоя рассчитывают отдельно для каждой трубы. В этом случае расчет ведется в зависимости от разницы температур выброса газовоздушной смеси ($Т_г$) и наружного воздуха ($Т_в$):

$$\Delta T = Тг - Тв. \qquad (2)$$

Если $\Delta T \leq 0$ - смесь считается холодной. Если соответственно $\Delta T \geq 0$ то смесь – нагретая.

Определение максимальной приземной концентрации загрязняющего вещества от одиночного источника

При выбросе в атмосферу загрязняющих веществ из нескольких источников, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, имеющие различные параметры выброса, загрязнения приземного слоя рассчитывают отдельно для каждой трубы.

Значения приземной концентрации **$С_м$ для нагретых выбросов** определяется по формуле

$$Cм = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}. \qquad (3)$$

$С_м$ для холодных выбросов определяется по формуле

$$Cм = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^{\frac{3}{4}}.} \cdot K \qquad (4)$$

где А - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания примесей в атмосфере. Для центрального региона, Московской, Владимирской, Ивановской областей А = 140, для Европейской части тер-

ритории РФ, А = 160 (а для источников, расположенных южнее 50^0 с.ш. – 200);

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ в атмосфере. Для вредных газообразных веществ и мелко дисперсных аэрозолей (пыль, зола). F = 1, для газообразных смесей и мелкодисперсных аэрозолей, F = 2, для крупнодисперсной пыли и золы при степени очистки более 90 %, F =2,5 при степени очистки от 75 до 90 % и F = 3 при отсутствии очистки;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из источника принимаются равным 1;

η - коэффициент шероховатости, учитывающий влияние рельефа местности на рассеивание примесей. Для ровной местности η = 1, для Севастополя η =1,4;

H - высота источника выброса над уровнем земли, м;

ΔT - разность между температурой (Тг) газовоздушной смеси и температурой (Тв) наружного воздуха;

V_1 - объемная скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника в атмосферу, m^3/c, значение V_1 берется из данных инвентаризации, а при их отсутствии определяется по дополнительной формуле

$$V_1 = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot D^2 \cdot \varpi^0, \qquad (5)$$

где D - диаметр устья источника выброса, м;

ω^0 - средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса;

M - количество вещества, выбрасываемого через источник в единицу времени, т.е. мощность выброса, г/с или Т/год;

K - дополнительная величина в $с/м^2$ определяемая по формуле

$$K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1}{7.1 \cdot \sqrt{\varpi^0 \cdot V_1}}. \qquad (6)$$

Чаще всего при анализе холодных выбросов от источников с круглым устьем приземную концентрацию рассчитывают по формуле

$$См = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^{\frac{3}{4}} \cdot 8V_1}. \qquad (7)$$

При этом соответствующие коэффициенты A, F, m, n и η принимаются так же как и для нагретых выбросов.

Учет комбинированного рассеивания

При анализе воздействия источников загрязняющих веществ на атмосферный воздух необходимо учитывать воздействие всех источников, находящихся на одной территории.

Приземная концентрация вредных веществ $C_м$ (мг/м^3) в любой точке местности, при наличии нескольких (N) источников, определяется как сумма концентраций веществ от отдельных источников при заданных направлении и скорости ветра:

$$C_м = C_1 + C_2 + \ldots\ldots + C_n , \qquad (8)$$

где C_1,C_2, ..., C_N - концентрации вредного вещества соответственно от первого, второго, N-го источников, расположенных с наветренной стороны при рассматриваемом направлении ветра.

На площадках предприятий могут присутствовать несколько сходных источников. Сходными могут считаться источники, которые находятся на одной площадке и имеют практически идентичные параметры (равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовоздушной смеси). Так в случае достаточно близкого их расположения друг к другу формула 3 преобразуется к виду

$$См = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{V \cdot \Delta T}} , \qquad (9)$$

где M (г/с) - суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу;

V (м^3/с) - суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовоздушной смеси, определяемый по формуле

$$V = V_1 N, \qquad (10)$$

где N - число источников.

При этом формула 6 для холодных выбросов принимает вид

$$K = \frac{N D}{8V} = \frac{1}{7{,}1} \sqrt{\frac{N}{\varpi_0 V}} , \qquad (11)$$

а формула 4:

$$См = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^{\frac{3}{4}} \cdot} \cdot \frac{N \cdot D}{8 \cdot V} \qquad (12)$$

или

$$См = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^{\frac{3}{4}} \cdot} \cdot \frac{1}{7.1} \sqrt{\frac{N}{\varpi^0 \cdot V}} . \qquad (13)$$

Кроме того суммарная мощность от всех источников может быть рассчитана по формуле

$$\mathbf{M = M_1 + M_2 \cdot ПДК_1/ПДК_2 + \ldots.. + M_n \cdot ПДК_1/ПДК_n ,} \qquad (14)$$

где М - общая мощность выброса загрязняющих веществ, приведенная к веществу 1, г/с;

M_1 - мощность выброса первого вещества, г/с;

M_2 - мощность выброса второго вещества, г/с;

M_n – мощность выброса n-го вещества, г/с;

$ПДК_1$, $ПДК_2$, $ПДК_n$ – предельно допустимые концентрации соответственно для веществ 1,2, n.

4.2. Пример решения задачи

Определить приземную концентрацию диоксида серы (ПДК серы = 0,5 мг/м^3), которая может сформироваться в атмосфере г. Твери (ровная, открытая местность). Источники выброса расположены на территории металлургического завода и имеют следующие параметры:

1-й источник: мощность выброса SO_2 =15 т/год,

- высота трубы = 40 м
- объем газовых выбросов =150 м^3/с,
- температура газовоздушной смеси =25 ^{0}C,
- температура окружающего воздуха =25 ^{0}C,
- средняя скорость выхода газовоздушной смеси из источника =3 м/с.

2-й источник: мощность выброса SO_2 =5 т/год,

- высота трубы =21 м,
- объем газовых выбросов =250 м^3/с,
- температура газовоздушной смеси =150 ^{0}C,
- температура окружающего воздуха =25 ^{0}C.

3-й источник: мощность выброса SO_2 = 5 т/год,

- высота трубы = 20 м
- объем газовых выбросов =210 м^3/с,
- Тг =150 ^{0}C,
- Тв =25 ^{0}C.

4-й источник: мощность выброса SO_2 =5 т/год,

- высота трубы = 21 м
- объем газовых выбросов = 300 м^3/с,
- Тг =150 ^{0} C,
- Тв =25 ^{0}C.

Соответствует ли атмосферный воздух г. Твери санитарно-гигиеническим требованиям?

Решение.

1. Анализируем первый источник.

Для расчета приземной концентрации атмосферного воздуха отдельно стоящего источника, необходимо рассчитать ΔT = Тг – Тв.

А) Для данного источника ΔT = 25 ^{0}C – 25 ^{0}C = 0 ^{0}C ≤ 0. Следовательно, выброс от первого источника является холодным.

Принимаем коэффициенты необходимые для расчета в формуле 3:

- А = 140 – (т.к. г. Тверь относится к центральной части европейской территории России.)
- F = 1 – (т.к. выбрасывается газообразное вещество)

- m и n = 1 (т.к. расчеты ведутся примерные, без применения замеров)

- η = 1- ровная местность

- Рассчитываем дополнительную величину К для холодных выбросов для 1 источника

$$K = \frac{1}{7 \cdot 1 \cdot \sqrt{\quad \cdot V_1}} \quad ; \qquad K = \frac{1}{7.1\sqrt{3 \cdot 150}} = \frac{1}{7.1 \cdot 21.2} = 0.007 \ \frac{c}{m^3}$$

Б) Рассчитываем $C_м$ для 1 источника по формуле 2 (для холодных выбросов)

$$См_1 = \frac{140 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{40^{\frac{4}{3}}} \cdot 0{,}007 = 0{,}12 \text{ (мг/м}^3\text{).}$$

2. Анализируя параметры 2, 3, 4 источников выброса делаем вывод, что они имеют примерно одинаковую высоту трубы, параметры газового потока и расположены на площадке одного завода.

Рассчитываем $\Delta T = Тг - Тв.$ $\Delta T = 150^0 - 25^0 = 125^0$. Следовательно, выброс, отходящий от данных источников, горячий. Поэтому рассчитываем $C_{м2,3,4}$ по формуле 9.

$$См_1 = \frac{140 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{20^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{(250 + 210 + 300) \cdot 125}} = 5{,}25 \cdot 0{,}03 = 0{,}16 \text{ (мг/м}^3\text{).}$$

3. Приземная концентрация сернистого ангидрида ***от всех источников выброса*** равняется сумме См от каждого источника;

См = 0.12+0.16 = 0.28 мг/м^3

Сравниваем $C_м$ с $ПДК_{м.р.so2}$= 0,5 мг/м^3

$0.5 \geq 0.28$

Вывод: атмосферный воздух г. Твери соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

4.3. Варианты задания № 4

Определить приземную концентрацию вещества, которая может сформироваться в атмосфере города (ровная, открытая местность). Источники выброса расположены на территории завода и имеют следующие параметры:

№ варианта	Наименование	Загрязняющие вещества	Источник	Высота трубы	Мощность выброса	V, $м^3/с$	T^0 г, ^0C	$T^0_в$ ^0C	ПДКм.р $мг/м^3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Химический завод г. Владимир	Пыль неорганическая	Источник № 1	40	8.5	100	125	23	0.5
			Источник № 2	23	5. 7	140	121		
			Источник № 3	22	4.1	141	121		
			Источник № 4	22	3.7	134	121		
2	Химический завод г. Владимир	Сернистый ангидрид	Источник № 1	25	12.0	200	100	20	0.5
			Источник № 2	24	13	200	102		
			Источник № 3	24	11.0	200	101		
			Источник № 4	23	10.0	200	100		
3	Химический завод г. Владимир	Диоксид азота	Источник № 1	27	5.2	300	130	20	0.085
			Источник №2	40	7.7	270	20		
			Источник №3	26,5	4.4	310	130		
			Источник №4	26	6.5	315	130		
4	Химический завод г. Владимир	Оксид свинца	Источник №1	22	0.025	100	110	22	0.0007
			Источник №2	22	0.037	100	110		
			Источник №3	40	0.05	100	22		
5	Химический завод г. Владимир	Оксид углерода	Источник №1	40	5.0	400	120	20.6	3.0
			Источник №2	40,5	3.0	310	120		
			Источник №3	40	1.0	350	120		
			Источник №4	41	0.5	370	120		
5	Химический завод г. Владимир	Оксид углерода	Источник №1	20	5.0	400	120	20.6	3.0
			Источник №2	35	3.0	150	20,6		

			Источник №3	42	1.0	310	100		
			Источник №4	15	0.5	180	120		
6	Металлургический завод г. Ростов	Сернистый ангидрид	Источник №1	40	5.0	300	70	20	0,5
			Источник №2	23	14.0	270	120		
			Источник №3	22	9.0	310	120		
			Источник №4	22	13.0	315	120		
7	Металлургический завод г. Ростов	Оксид азота	Источник №1	25	5.7	200	40	23	0.085
			Источник №2	24	13.0	200	40		
			Источник №3	24	6.0	200	40		
			Источник №4	23	13.0	200	40		
8	Металлургический завод г. Ростов	Фтористый водород	Источник №1	27	0.034	270	20	20	
			Источник №2	40	0.005	310	130		
			Источник №3	26,5	0.08	315	20		
			Источник №4	26	0.012	200	20		
9	Металлургический завод г. Ростов	Оксид углерода	Источник №1	22	1.2	300	90	20	3.0
			Источник №2	22	3.4	270	90		
			Источник №3	40	1.8	310	20		
			Источник №4	40	0.7	315	20		
10	Теплоэнергостанция г. Тверь	Летучая зола	Источник №1	40,5	6.2	100	70	30	0.5
			Источник №2	40	7.0	100	70		
			Источник №3	41	5.6	100	70		
			Источник №4	20	3.9	100	30		
11	Теплоэнергостанция г. Тверь	Сернистый ангидрит	Источник №1	35	17.0	270	100	30	0.5
			Источник №2	42	7.0	310	100		

			Источник №3	15	13.0	315	100		
			Источник №4	30	5.0	200	100		
12	Теплоэнерго-станция г. Тверь	Оксид углерода	Источник №1	40	5.0	100	90	20	3.0
			Источник №2	23	2.0	100	100		
			Источник №3	22	1.3	100	100		
			Источник №4	22	0.7	100	100		
13	Теплоэнерго-станция г. Тверь	Диоксид азота	Источник №1	25	3.2	300	120	30	0.085
			Источник №2	24	4.4	270	120		
			Источник №3	24	1.2	310	120		
			Источник №4	23	6.0	315	120		
14	Химический завод г. Белгород	Пыль неорганическая	Источник №1	27	6,3	150	124	28	0.5
			Источник №2	40	1,5	100	28		
			Источник №3	26,5	2,9	100	124		
			Источник №4	26	2,3	100	124		
15	Химический завод г. Белгород	Сернистый ангидрид	Источник №1	22	15,3	300	100	20	0.5
			Источник №2	22	13	270	100		
			Источник №3	40	5,4	310	100		
			Источник №4	40	5,8	310	100		
16	Химический завод г. Белгород	Диоксид азота	Источник №1	40,5	5.2	300	33	20	0.085
			Источник №2	40	7.7	270	33		
			Источник №3	41	4.4	310	33		
			Источник №4	20	6.5	315	100		
17	Химический завод г. Белгород	Оксид свинца	Источник №1	35	0.015	100	110	22	0.0007
			Источник №2	42	0.047	100	58		

			Источник №3	15	0,007	100	100		
			Источник №4	40	0.05	100	47		
18	Химический завод г. Белгород	Оксид углерода	Источник №1	23	2.6	400	124	20.4	3.0
			Источник №2	22	3.0	410	124		
			Источник №3	22	2.9	415	124		
			Источник №4	25	2,7	405	124		
19	Металлургический завод г. Челябинск	Сернистый ангидрид	Источник №1	24	3,8	100	83	20	0.5
			Источник №2	24	12,5	100	83		
			Источник №3	23	4,7	100	83		
			Источник №4	27	13.0	100	83		
20	Металлургический завод г. Челябинск	Оксид азота	Источник №1	40	1,7	270	124	23	0.085
			Источник №2	26,5	2,0	310	23		
			Источник №3	26	3,0	315	23		
			Источник №4	22	2,4	200	23		
21	Металлургический завод г. Челябинск	Фтористый водород	Источник №1	22	0.034	200	20	17	0.02
			Источник №2	40	0.05	135	180		
			Источник №3	40	0.08	138	180		
			Источник №4	40,5	0.065	136	180		
22	Металлургический завод г. Челябинск	Оксид углерода	Источник №1	40	3,2	100	85	20	3.0
			Источник №2	41	1,5	100	85		
			Источник №3	20	1.8	100	85		
			Источник №4	35	1,5	100	85		
23	Теплоэнергостанция г. Норильск	Летучая зола	Источник №1	42	2.2	300	70	35	0.5
			Источник №2	15	5.02	270	74		

			Источник №3	40	5.14	310	100		
			Источник №4	23	3.2	315	35		
24	Теплоэнерго-станция г. Норильск	Сернистый ангидрит	Источник №1	22	24.0	400	140	30	0.5
			Источник №2	22	15,9	400	140		
			Источник №3	25	13.0	400	140		
			Источник №4	24	25,7	400	140		
25	Теплоэнер-гостанция г. Норильск	Оксид угле-рода	Источник №1	24	5.3	100	36	20	3.0
			Источник №2	23	2.3	100	36		
			Источник №3	27	1.3	100	36		
			Источник №4	40	3.7	100	20		
26	Теплоэнер-гостанция г. Норильск	Диоксид азо-та	Источник №1	26,5	3.2	300	120	30	0.085
			Источник №2	26	4.4	270	120		
			Источник №3	22	1.2	310	120		
			Источник №4	22	6.0	315	120		
27	Химический завод г. Магнито-горск	Пыль неорга-ническая	Источник №1	40	5.7	400	125	23	0.5
			Источник №2	40	6.5	400	125		
			Источник №3	40,5	4.8	400	125		
			Источник №4	40	3.7	400	125		
28	Крымский завод «Ти-тан»	Сернистый ангидрид	Источник №1	41	12.0	100	30	20	0.5
			Источник №2	20	18	100	150		
			Источник №3	35	8.0	100	150		
			Источник №4	42	10.2	100	150		
29	Крымский завод «Ти-тан»	Диоксид азо-та	Источник №1	15	5.2	500	132	25	0.085
			Источник №2	13	7.7	500	132		

			Источник №3	13	4.4	500	132		
			Источник №4	14	6.5	500	132		
30	Крымский завод «Титан»	Оксид свинца	Источник №1	40	0.025	400	114	46	0.007
			Источник №2	40	0.037	400	114		
			Источник №3	40,5	0,06	400	114		
			Источник №4	40	0.05	400	114		

V. Задание № 5
«Ущерб от загрязнения окружающей среды»

5.1. Ущерб от загрязнения окружающей среды

В соответствии с типовой методикой определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемому народному хозяйству загрязнением окружающей среды, **экономический ущерб** представляет собой стоимостное выражение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. («Методика расчета размеров ущерба, нанесенного вследствие нарушения законодательства об охране и рациональном использовании ресурсов» № 37/171 от 18.03.95, 27.10.97.)

Он равен сумме затрат на предотвращение воздействия загрязнения окружающей среды на реципиентов и затрат, связанных с воздействием на реципиентов.

В состав **реципиентов** входят: население, объекты жилищно-коммунального хозяйства, сельхозугодья, лесные ресурсы, элементы основных фондов промышленности и транспорта, трудовые ресурсы и рекреационные ресурсы.

При снижении негативного антропогенного воздействия на окружающую природную среду достигаются экологические, социальные и экономические результаты.

В соответствии с методикой **экологический результат** природоохранной деятельности выражается уменьшении выбросов в окружающую среду и уровня ее загрязнения, в увеличении и улучшении качества пригодных к использованию земельных, водных ресурсов и атмосферного воздуха.

Социальный результат проявляется в улучшении физиологических, культурных, творческих и рекреационных условий жизни человека.

Экономический результат – это предотвращение потерь природных ресурсов (либо их экономия), живого и овеществленного труда во всех сферах народного хозяйства и личного потребления.

Под **экономическим ущербом** отдельного хозяйствующего субъекта (предприятия) понимают те потери (затраты) которые несет предприятие вследствие негативного воздействия вредных веществ, попадающих в окружающую среду с выбросами собственного производства. Исходя из этого экономических ущерб от негативного воздействия вредных веществ представляет собой часть издержек предприятия, связанных с компенсацией такого воздействия на природные ресурсы предприятия.

Экономический ущерб является первой составляющей издержек предприятия на природоохранную деятельность. Второй составляющей выступают текущие затраты на природоохранную деятельность, которые напря-

мую зависят от уровня негативного воздействия вредных веществ технологических процессов на предприятии на окружающую среду.

Текущие затраты на природоохранную деятельность имеют **активный преобразующий,** а экономический ущерб – **пассивный компенсирующий характер**. То есть, текущие затраты направлены на устранение причины загрязнения окружающей среды, а экономический ущерб является следствием этого загрязнения.

Экономический ущерб определяют исходя из объемов выбросов или сбросов вредных веществ в окружающую среду. Несмотря на простоту такой идеи оценки ущерба, практическое ее выполнение вызывает значительные трудности.

В основу оценки экономического ущерба от загрязнения положена следующая причинно-следственная **цепочка расчетов**

Такая схема проста, но реализация ее связана с необходимостью детальной информации об изменениях физических характеристик атмосферного воздуха, водоема, источников выбросов и сбросов, особенно при оценке изменений натурных показателей и их стоимостных оценок.

Расчеты ведутся для каждого отдельного загрязняющего вещества. Это обстоятельство требует проведения специальных исследований и замеров в каждом конкретном случае.

Поэтому был создан подход, основанный на упрощенной процедуре, сводящейся к расчету по единой формуле.

Методический подход, основанный на упрощенной процедуре, применим лишь для установления экономической эффективности природоохранных мероприятий на уровне крупных регионов. Эти результаты позволяют судить лишь о масштабах экономического ущерба. И сравнительной эффективности мер, направленных на ликвидацию ущерба от загрязнения или его предотвращение.

5.2. Расчет ущерба от загрязнения водной среды

В общем виде оценка экономического ущерба, причиняемого годовыми выбросами загрязнений в отдельные природные компоненты (атмосферный воздух, водные объекты) от отдельных стационарных источников загрязнения определяется по следующим формулам.

Расчет проводится по следующему алгоритму:

1. **Ущерб от годичного сброса загрязняющих примесей в водный бассейн** определяется по формуле

$$\mathbf{У_{вод} = \nu \times \delta_к \times M_{вод}}, \quad (1)$$

где $У_{вод}$ – годовой экономический ущерб от загрязнений водной среды, р/год;

ν - стоимостная (денежная) оценка ущерба от единицы сброса вредного вещества, р/усл. т.;

Принимается $\nu = 443{,}5$ р/усл. т (по ценам текущего года).

$M_{вод}$ - приведенная масса годового сброса примесей данным источником в определенный водохозяйственный участок, в усл.т./год;

$\delta_к$ - коэффициент, учитывающий региональные особенности территории, подверженной вредному воздействию, определяет территориальную принадлежность водоемов, и имеющая различные значения в зависимости от водохозяйственных участков, указаны в таблице.

Идея изложенного подхода состоит в том, что сначала все вредные вещества, сбрасываемые в водоем (либо выбрасываемые в атмосферный воздух), приводятся к «монозагрязнителю». Известно, что воздействие разных веществ на ОС и человека различно. Поэтому складывать напрямую 500 кг ртути и 10 тонн диоксида серы нельзя. Такая операция имеет смысл только в том случае, если каждому из вредных веществ придать весовой коэффициент A_i, учитывающий во сколько раз одно вещество опаснее другого. Объемы фактических сбросов (выбросов) m_i умноженные на весовые коэффициенты A_i называют приведенной массой выбросов (сбросов) из источника загрязнения или **монозагрязнением.**

Приведенная масса выбросов измеряется в условных единицах (например в условных тоннах). Такой «монозагрязнитель» характеризует общий уровень загрязнения окружающей среды.

Таблица 1

Значение коэффициента $\delta_к$

Наименование водного бассейна	$\delta_к$	Наименование водного бассейна	$\delta_к$
Печора	0,16	**Кама**	**0,5**
Сев. Двина	0,22	Кубань	2,73
Днестр	1,84	Терек	2,01
Днепр	**1,75**	Урал	2,7
Дон	1,63	Сырдарья	0,82
Волга	2,6	Амударья	0,41
Тобол	0,97	Обь	0,34
Лена	0,15	Иртыш	2,1
Юж. Буг	2,6	Енисей	0,19
Нева	0,47	Амур	0,19

Коэффициент A_i характеризует относительную опасность вредных сбросов (выбросов) и рассчитываются на основе сравнительного анализа вредного воздействия отдельных вредных веществ. Величина коэффициента относительной опасности вредного вещества является функцией, обратной величине его предельно допустимой концентрации. В методике («Методика расчета размеров ущерба, нанесенного вследствие нарушения законодательства об охране и рациональном использовании ресурсов») их значения приводятся в специальных таблицах.

2. Значение приведенной массы годового сброса в водную среду – $M_{вод}$, определяется по формуле

$$\mathbf{M_{вод}} = \sum_{i=1}^{n} Aimi, \qquad (2)$$

где n – общее число вредных веществ, сбрасываемых в водохозяйственный участок оцениваемым источником;

A_i – коэффициент приведения различных вредных веществ к агрегированному виду (к «монозагрязнителю»), характеризует относительную опасности сброса i-вещества в водоём в усл. т/т;

m_i – общий объём годового сброса i-вещества оцениваемым источником в т/год.

Для некоторых загрязняющих веществ значения A_i приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели относительной опасности загрязнения водоема

Вещество	Ai, усл.т/т
БПК полн.	0,33
Взвешенные вещества	0,05
Сульфаты	0,002
Хлориды	0,003
Азот	0,1
СПАВ /синтетические поверхностно активные вещества/	2,0
Нефть и нефтепродукты	20
Медь	100
Цинк	100
Аммиак	20
Мышьяк	20
Цианиды	20
Стирол	10
Формальдегиды	10

Объединив две формулы (1) и (2), получаем обобщенную формулу для определения годового ущерба от загрязнения водной среды.

$$У_{вод} = 443{,}5 \times \delta_к \times \sum_{i=1}^{n} Aimi \quad р/год. \qquad (3)$$

3. **Показатель относительной опасности сбросов i-вещества в водоем Ai** рассчитывается по формуле

$$A_i = \frac{1/г/м^3/}{ПДК_{р/x_i}/г/м^3/}, \frac{усл.т}{т}, \qquad (4)$$

где $ПДК_{рхi}$ – предельно-допустимая концентрация i-го вещества в воде водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей.

Значение A_i для некоторых распространенных загрязняющих веществ указаны в табл. 2

4. Учитывая, что источники сбрасывают сточные воды с различными концентрациями вредных примесей в них и различаются по степени очистки, следует определить общую массу m_i – водного сброса i-вещества в водоем суммарную по всем видам примесей ψ:

$$m_i = \sum_{i=1}^{n} mi\psi,$$

где m_i^{ψ} - масса годового поступления i-вещества в водоем от данного источника со сточными водами ψ-го типа $\psi = 1,2,3 \ldots n$ т/год;

$$mi^{\psi} = C\,i^{\psi}\ V^{\psi} \qquad (5)$$

где С i$^{\psi}$ - концентрация i-вещества в поступающих в водоем сточных водах ψ-го типа в течение года в г/ м^3;

V$^{\psi}$ - объем годового сброса сточных вод ψ-го типа данным источником в водоем млн м^3/год.

$$M_{вод} = \sum_{i=1}^{n} \frac{(c_i^{'} - c_i)}{ПДК_i} V_{\psi} \quad , \qquad (6)$$

где C_i` и C_i – концентрации i-го загрязняющего вещества до и после осуществления природоохранных мероприятий.

5.3. Расчет ущерба от загрязнения воздушной среды

Оценка ущерба от загрязнения воздушной среды проводится по аналогии с принципами оценки ущерба от загрязнения водной среды и согласно соответствующего раздела уже упоминаемой методики.

Экономическая оценка ущерба, причиненного годовыми выбросами загрязнений в воздушный бассейн, определяется по формуле

$$У_{воз} = \omega \sigma f M_{воз} \quad , \qquad (7)$$

где У$_{воз}$ - оценка ущерба в руб./год;

ω - стоимостная (денежная) оценка ущерба от единицы выброса вредного вещества в атмосферный воздух, р/усл. т;

Принимается ν = 3,3 р/усл. т (по ценам текущего года).

σ - показатель относительной опасности.

Коэффициент относительной опасности загрязнения территории должен учитывать особенности и социальную значимость определенного региона и его реакцию на выбросы вредных веществ. Известно, что способность окружающей среды поглощать вредные примеси в значительной мере определяется широтой местности. Чем севернее регион, тем интенсивность поглощения меньше. В южных регионах природа легче справляется с вредным воздействием. Для оценки ущерба от выбросов в атмосферу значение коэффициента определяется в методики по двум признакам: природные особенности и тип территории. Значения коэффициента приводятся в специальной табл. 3.

Таблица 3

Показатель относительной опасности σ

Тип загрязненной территории	Значение σ
Территория курортов, заповедников, санаториев, заказников и т.д.	10
Территория пригородных зон отдыха, садоводств и дачных кооперативов.	8
Территория населенных мест с плотностью населения n чел./га	0,1 * n
Территория промышленных предприятий и промузлов	4
Леса	0,11

* - для орошаемых пахотных земель, садов, виноградников, пастбищ, сенокосов значение σ умножается на 2.

f - величина, безразмерная поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере (0,1 – 4,08);

Значение поправки определяют по дисперсному составу пыли и скорости ее осаждения. При расчете годового ущерба от загрязнения воздушного бассейна в целом по городу (а не по конкретному источнику загрязнения) величину f можно не учитывать.

$M_{воз}$ – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника в усл. т/год.

Значение приведенной массы годового выброса загрязнений в воздушный бассейн из источника – $M_{воз}$ определяется по формуле

$$\mathbf{M_{воз}} = \sum_{i=1}^{n} Aimi, \qquad (8)$$

где $M_{воз}$ – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника, усл. т/год;

m_{ai} – масса годового выброса примеси i-го вида в атмосферу, т/год;

A_i – показатель относительной агрессивности примеси i-го вида в атмосферном воздухе, усл. т /т;

n – общее число примесей, выбрасываемых источником в воздушный бассейн города.

Таблица 4

Показатель относительной агрессивности примеси i-го вида в атмосферном воздухе

Наименование вещества	Ai	Наименование вещества	Ai
Оксид углерода	1,0	Соединения фтора	980
Сернистый газ	16,5	Хлор	89,1
Сероводород	41,1	Оксиды алюминия	18,9
Серная кислота	49,0	Сажа	41,5
Оксиды азота	41,1	Оксиды никеля	5475
Аммиак	4,6	Окись цинка	245
Фенол	170	Оксиды мышьяка	1581
Цианистый водород	282	Древесная пыль	19,6

Объединив формулы (7) и (8) получим обобщенную формулу определения годового ущерба от загрязнения воздушного бассейна:

$$У_{воз} = 3{,}3 \cdot \sigma \cdot f \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot m_i \text{ усл. т./год.} \qquad (9)$$

Описываемая методика определения ущерба применяется для расчета более-менее реального ущерба. Если реальный ущерб оценить невозможно, то рекомендуется воспользоваться «Порядком оценки и возмещения вреда окружающей среды в результате аварии». Указанный порядок не регламентирует возмещение вреда, нанесенного здоровью людей, а ущерб той или иной природной среды определяются исходя из массы ЗВ, базовых нормативов платы за выбросы (сбросы) 1 т ЗВ в пределах установленных лимитов, с применением коэффициентов индексации платежей за загрязнения, экологической ситуации.

5.4. Пример решения задачи

Промышленным предприятием, расположенным на берегу реки Днепр ежегодно сбрасывается в водный бассейн города следующее количество загрязняющих веществ: 3,5 тыс. т взвешенных веществ, 1,5 тыс. т СПАВ, 900 т нефти и нефтепродуктов, 560 т хлоридов. В атмосферу выбрасывается ежегодно следующее количество выбросов: 2,8 тыс. т окиси углерода, 1,65 тыс. т сажи, 850 т. оксидов алюминия, 320 т оксидов никеля. Величина f, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере равна 3,18. Определить величину общего экономического ущерба.

Дано:

$m_1 = 3{,}5 \text{x} 10^3$ т взвешенных веществ

$m_2 = 1{,}5 \text{ x} 10^3$ т СПАВ

$m_3 = 0{,}9 \text{ x} 10^3$ т нефти и нефтепродуктов.

$m_4 = 0{,}56 \text{ x} 10^3$ т. хлоридов

$m_{a1} = 2{,}8 \times 10^3$ т окиси углерода
$m_{a2} = 1{,}5 \times 10^3$ т сажи
$m_{a3} = 0{,}9 \times 10^3$ т оксидов алюминия.
$m_{a4} = 0{,}56 \times 10^3$ т оксидов никеля
f = 3,18
Найти: $У_{воз}$ и $У_{вод}$

Решение.

Для определения $У_{вод}$ по формуле (3) ($У_{вод} = 443{,}5 \times \delta_к \times \sum_{i=1}^{n} Aimi$) выбираем коэффициенты $\nu = 443{,}5$ и $\delta_к$ для Днепра = 1,75

Выбираем по таблице соответствующие Ai. И подставив в формулу соответствующие данные, получаем.

$У_{вод} = 443{,}5 \times 1{,}75 \times (0{,}05 \times 3{,}5 \times 10^3 + 2 \times 1{,}5 \times 10^3 + 0{,}9 \times 20 \times 10^3 + 0{,}56 \times 0{,}003 \times 10^3) = 16438{,}3 \times 10^3$ (р/год)

Аналогично подставляем в формулу для расчета $У_{воз}$ коэффициенты и Ai. Выбираем σ для промышленных предприятий = 4 и по условию f = 3,18

$У_{воз} = 3{,}3 \times 4 \times (2{,}8 \times 1 \times 10^3 + 41{,}5 \times 1{,}65 \times 10^3 + 0{,}85 \times 18{,}9 \times 10^3 + 0{,}32 \times 5475 \times 10^3) = 13427{,}56$ (р/год)

Ответ: $У_{вод} = 16438{,}3 \times 10^3$ (р/г)

$У_{воз} = 13427{,}56$ (р/г).

5.5. Варианты заданий для самостоятельного решения

1. Промышленными предприятиями, расположенными на территории города ежегодно сбрасывается в городской водный бассейн 2000 т сульфатов, 1500 т хлоридов, 2500 т СПАВ (синтетические плавающие ароматизированные вещества). Определить приведенную массу годового сброса примесей в водный бассейн р. Печора и годовой ущерб от загрязнения.

2. Тепловой электростанцией, размещенной на территории города, выбрасывается в атмосферу 65 тыс. т оксида углерода, 38 тыс. т оксидов азота, 12 тыс. т сажи ежегодно. Определите приведенную массу годового выброса загрязняющих веществ. Оценить ущерб от загрязнения атмосферы, если плотность населения 250 чел./га, безразмерная поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере, равна 2,15.

3. Определить приведенную массу годового выброса загрязнений в воздушный бассейн города и годовой ущерб от загрязнения атмосферы. Промышленными предприятиями города выбрасывается в атмосферу следующее количество вредных выбросов: 200 т. - серной кислоты, 4 тыс. т - древесной пыли, 3. 5 тыс. т - окиси углерода, 6 тыс. т - сернистого газа, 2 тыс. т - хлора, 30 т. - цианистого водорода. Плотность населения города

200 чел./га, безразмерная поправка, учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере, составляет 3, 13.

4. На территории порода работает два промышленных предприятия, которые сбрасывают в городской водный бассейн ежегодно следующее количество вредных веществ. 1-е п/п - 5 тыс. т меди, 20 т мышьяка, 6 тыс. т нефти. 2-е п/п - 3 тыс.т СПАВ, 500 т формальдегидов, 30 тыс. т взвешенных веществ, 20 т цинка. Определить приведенную массу годичного сброса примесей в водоемы города.

5. Промышленными предприятиями, расположенными на территории города ежегодно сбрасывается в городской водный бассейн 2000 т сульфатов, 1500 т хлоридов, 2500 т СПАВ (синтетические плавающие ароматизированные вещества). Определить приведенную массу годового сброса примесей в водный бассейн р. Печора и годовой ущерб от загрязнения.

6. Промышленным предприятием города ежедневно выбрасывается в атмосферу 0,25 т окиси углерода, 0,1 т сернистого газа, 0,6 т сероводорода, 0,35 т фенолов. Определить ущерб, оказываемый городскому воздушному бассейну предприятием, если безразмерная поправка, характеризующая характер рассеяния примеси в атмосфере, равна 0, 812, тип загрязненной территории - территория промышленных предприятий.

7. Промышленными предприятиями города ежегодно выбрасывается в атмосферу 2000 т сажи, 5000 т древесной пыли. 600 т хлора, 430 т окислов азота, и сбрасывается в водоемы 5300 т СПАВ, 480 т сульфатов, 58 т цианидов, 400 т аммиака. Определить приведенную массу годового объема загрязнений, попадающих в городскую окружающую среду, если на очистных сооружениях города очищается 60 % выбросов в атмосферу и 52 % сбросов загрязненных стоков в водоемы города.

8. Определить ущерб от годичного сброса загрязняющих примесей в водный бассейн города, если приведенная масса сброса примесей в водоемы за сутки составила 58 тыс. т. Сбросы производились в бассейн реки Днестр. В выходные дни объем стоков составил 45 тыс. т/сут.

9. Тепловой электростанцией, размещенной на территории города, выбрасывается в атмосферу 65 тыс. т окиси углерода, 38 тыс. т окислов азота, 12 тыс. т сажи ежегодно. Определите приведенную массу годового выброса загрязняющих веществ. Оценить ущерб от загрязнения атмосферы, если плотность населения 250 чел./га, безразмерная поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере, равна 2,15.

10. В Нарофоминске работают предприятия металлургической, химической и строительной промышленности. В атмосферу города ежегодно поступает: 52, 8 тыс. т пыли, 46,5 тыс. т сероводорода, 200,9 тыс. т окиси

углерода, 23, 6 тыс. т окислов азота, 668 т фенола, 772 т цианистого водорода. Определить приведенную массу годового выброса загрязнений в воздушный бассейн города, если через систему очистных сооружений пропускается 70 % всех выбросов. Степень очистки газов на очистных сооружениях составляет 0, 85.

11. Промышленными предприятиями, расположенными на территории города, ежегодно сбрасывается в водный бассейн реки Урал: 25 тыс. т нефтепродуктов, 13 тыс. т СПАВ, 10 тыс. т различных взвешенных веществ. Определить приведенную массу годового сброса примесей в водный бассейн города и годовой ущерб от сброса загрязненных сточных вод.

12. Промышленным предприятием, расположенным на берегу реки Днепр ежегодно сбрасывается в водный бассейн города следующее количество загрязняющих веществ: 3,5 тыс. т взвешенных веществ, 1,5 тыс. т СПАВ, 900 т нефти и нефтепродуктов, 560 т хлоридов. В атмосферу выбрасывается ежегодно следующее количество выбросов: 2,8 тыс. т окиси углерода, 1,65 тыс. т сажи, 850 т окислов алюминия, 320 т окислов никеля. Величина f, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере, равна 3,18. В результате водоохранных мероприятий объем сбрасываемых в воду примесей сократился на 35 %. В результате проведения на предприятии воздухоохранных мероприятий объем внедряемых выбросов сократился на 58 %. Определить величину общего предотвращенного экономического ущерба.

13. В бассейн реки Кама предприятиями города сбрасывалось 3,578 т./сутки загрязняющих веществ. После реконструкции системы очистных сооружений объем сброса сократился на 60 %. Определите годовой ущерб от загрязнения водного бассейна до и после реконструкции, а также выявить предварительный ущерб при оставшемся количестве поступлений вредных примесей в водоемы города.

14. В Магнитогорске ежегодно выбрасывается в атмосферу 584 тыс. т окиси углерода, 36 тыс. т окислов азота, 2,8 тыс. т сероводорода, 1,28 тыс. т аммиака, 1,76 тыс. т фенола. Плотность населения 280 чел./га. Определить приведенную массу годового выброса загрязнений в воздушный бассейн города, и предотвращенный ущерб, если после модернизации оборудования объем выбросов сократился на 35 %.

15. Объем сточных вод, сбрасываемых в водный бассейн города, составляет 3,2 млн $м^3$/год. В сбрасываемых предприятиями стоках имеется следующее количество загрязняющих веществ: 26 тыс. т взвешенных веществ, 5,2 тыс. т нефтепродуктов, 900 т. формальдегидов. Определить фактическую концентрацию каждого из веществ, поступающих в водоем, ПДК каждого из веществ в водах, используемых для рыбохозяйственных целей,

отметить, по каким из веществ, сбрасываемых в водоемы, имеется превышение ПДК и во сколько раз.

16. В городской водный бассейн ежегодно загрязненные сточные воды, содержащие следующие ингредиенты с повышенной концентрацией. Фактическая концентрация нефтепродуктов превышает ПДК в 16 раз, СПАВ – в 12 раз, взвешенных веществ – в 5 раз, сульфатов – в 3 раза. Определить фактические концентрации ингредиентов в стоках предприятий и ПДК для каждого из указанных ингредиентов.

17. Определить приведенную массу годового выброса загрязнений в воздушный бассейн города и годовой ущерб от загрязнения атмосферы. Промышленными предприятиями города выбрасывается в атмосферу следующее количество вредных выбросов: 300 т - серной кислоты, 5 тыс. т - древесной пыли, 3 тыс. т - окиси углерода, 7 тыс. т - сернистого газа, 8 тыс. т - хлора, 40 т - цианистого водорода. Плотность населения города 100 чел./га, безразмерная поправка, учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере, составляет 3, 73.

18. На территории порода работает два промышленных предприятия, которые сбрасывают в городской водный бассейн ежегодно следующее количество вредных веществ. 1-е п/п - 2 тыс. т меди, 50 т мышьяка, 2-е п/п - 3 тыс. т СПАВ, 300 т формальдегидов, 60 тыс. т взвешенных веществ, 70 т цинка. Определить приведенную массу годичного сброса примесей в водоемы города.

19. Промышленными предприятиями, расположенными на территории города ежегодно сбрасывается в городской водный бассейн 1000 т.сульфатов, 4500 т хлоридов, 3500 т.СПАВ/синтетические плавающие ароматизированные вещества/. Определить приведенную массу годового сброса примесей в водный бассейн р. Печора и годовой ущерб от загрязнения.

20. Промышленным предприятием города ежедневно выбрасывается в атмосферу 0, 65 т окиси углерода, 0,34 т сернистого газа, 0,26 т сероводорода, 0,55 т фенолов. Определить ущерб, оказываемый городскому воздушному бассейну предприятием, если безразмерная поправка, характеризующая характер рассеяния примеси в атмосфере, равна 0,8, тип загрязненной территории - территория промышленных предприятий.

21. Промышленными предприятиями города ежегодно выбрасывается в атмосферу 2000 т сажи, 5000 т древесной пыли, 700 т хлора, 330 т окислов азота, и сбрасывается в водоемы 6500 т СПАВ, 670 т сульфатов, 38 т цианидов, 690 т аммиака. Определить приведенную массу годового объема загрязнений, попадающих в городскую окружающую среду, если на очистных сооружениях города очищается 60 % выбросов в атмосферу и 50 % сбросов загрязненных стоков в водоемы города.

22. Определить ущерб от годичного сброса загрязняющих примесей в водный бассейн города, если приведенная масса сброса примесей в водоемы за сутки составила 50 тыс. т. Сбросы производились в бассейн реки Днестр. В выходные дни объем стоков составил 65 тыс. т/сут.

23. Тепловой электростанцией, размещенной на территории города выбрасывается в атмосферу 55 тыс. т окиси углерода, 40 тыс. т окислов азота, 12 тыс. т сажи ежегодно. Определите приведенную массу годового выброса загрязняющих веществ. Оценить ущерб от загрязнения атмосферы, если плотность населения 550 чел./га, безразмерная поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере, равна 2,15.

24. В Москве работают предприятия металлургической, химической и строительной промышленности. В атмосферу города ежегодно поступает: 52,8 тыс. т пыли, 46,5 тыс. т сероводорода, 200,9 тыс. т окиси углерода, 23, 6 тыс. т окислов азота, 668 т фенола, 772 т цианистого водорода. Определить приведенную массу годового выброса загрязнений в воздушный бассейн города, если через систему очистных сооружений пропускается 70 % всех выбросов. Степень очистки газов на очистных сооружениях составляет 0, 85.

25. Промышленными предприятиями, расположенными на территории города, ежегодно сбрасывается в водный бассейн реки Урал: 25 тыс. т нефтепродуктов, 13 тыс. т СПАВ, 10 тыс. т различных взвешенных веществ. Определить приведенную массу годового сброса примесей в водный бассейн города и годовой ущерб от сброса загрязненных сточных вод.

26. Промышленным предприятием, расположенным на берегу реки Волга ежегодно сбрасывается в водный бассейн города следующее количество загрязняющих веществ: 3,5 тыс. т взвешенных веществ, 1,5 тыс. т СПАВ, 900 т нефти и нефтепродуктов, 560 т хлоридов. В атмосферу выбрасывается ежегодно следующее количество выбросов: 2,8 тыс. т окиси углерода, 1,65 тыс. т сажи, 850 т окислов алюминия, 320 т окислов никеля. Величина f, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере равна 3,18. В результате водоохранных мероприятий объем сбрасываемых в воду примесей сократился на 35 %. В результате проведения на предприятии воздухоохранных мероприятий объем внедряемых выбросов сократился на 58 %. Определить величину общего предотвращенного экономического ущерба.

27. В бассейн реки Кама предприятиями города сбрасывалось 3,578 т/сутки загрязняющих веществ. После реконструкции системы очистных сооружений объем сброса сократился на 60 %. Определите годовой ущерб от загрязнения водного бассейна до и после реконструкции, а также

выявить предварительный ущерб при оставшемся количестве поступлений вредных примесей в водоемы города.

28. В Магнитогорске ежегодно выбрасывается в атмосферу 584 тыс. т окиси углерода, 36 тыс.т. окислов азота, 2,8 тыс.т. сероводорода, 1,28 тыс.т. аммиака, 1,76 тыс. т фенола. Плотность населения 280 чел./га. Определить приведенную массу годового выброса загрязнений в воздушный бассейн города, и предотвращенный ущерб, если после модернизации оборудования объем выбросов сократился на 35 %.

29. Объем сточных вод, сбрасываемых в водный бассейн города, составляет 3,2 млн $м^3$/год. В сбрасываемых предприятиями стоках имеется следующее количество загрязняющих веществ: 26 тыс. т взвешенных веществ, 5,2 тыс. т нефтепродуктов, 900 т формальдегидов. Определить фактическую концентрацию каждого из веществ, поступающих в водоем, ПДК каждого из веществ в водах, используемых для рыбохозяйственных целей, отметить, по каким из веществ, сбрасываемых в водоемы имеется превышение ПДК и во сколько раз.

30. В городской водный бассейн ежегодно загрязненные сточные воды, содержащие следующие ингредиенты с повышенной концентрацией. Фактическая концентрация нефтепродуктов превышает ПДК в 16 раз, СПАВ – в 12 раз, взвешенных веществ – в 5 раз, сульфатов – в 3 раза. Определить фактические концентрации ингредиентов в стоках предприятий и ПДК для каждого из указанных ингредиентов.

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ НА ЗАЧЕТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»

1. Дайте определение понятию экология.
2. Назовите структуру современной экологии.
3. Что такое биосфера?
4. Назовите структуру биосферы.
5. Какими свойствами обладает биосфера.
6. Дайте определение понятию популяция. Приведите примеры.
7. Дайте определение понятию сообщество. Приведите примеры.
8. Дайте определение понятию экосистема.
9. Какими свойствами обладает экосистема.
10. Что такое организм, особь, индивидуум?
11. Дайте определение пищевым и энергетическим связям в экосистеме.
12. Назовите типы пищевых цепей. Приведите примеры.
13. Дайте определение понятиям – автотрофы и гетеротрофы.
14. Кто такие консументы и редуценты? Приведите примеры.
15. Дайте определение, что такое экологические и экологически опасные факторы.
16. Назовите основные фундаментальные законы экологии.
17. Сформулируйте закон сохранения жизни.
18. Сформулируйте принцип Ле Шателье.
19. Сформулируйте принципы Карно.
20. Назовите основные функциональные законы экологии.
21. Сформулируйте закон единства организм - среда. Приведите примеры его действия
22. Сформулируйте закон минимума (закон Либиха). Приведите примеры его действия
23. Сформулируйте законы Коммонера. Приведите примеры их действия.
24. Сформулируйте закон максимума (закон толерантности, Шелфода). Приведите примеры его действия.
25. Дайте определение понятию - деградация биосферы.
26. Назовите этапы деградации биосферы.
27. Перечислите основные факторы деградации биосферы.
28. Дайте определение понятию – загрязнение. Приведите примеры.
29. Перечислите классификацию загрязняющих веществ по агрегатному состоянию. Приведите примеры.
30. Перечислите классификация загрязняющих веществ по происхождению. Приведите примеры.
31. Назовите классификацию загрязняющих веществ по природе. Приведите примеры.

32. Дайте определение ПДК.

33. Для каких веществ применяется эффект суммации для атмосферного воздуха?

34. Как определить степень загрязнения водоема, используя эффект суммации?

35. Что означает рациональное природопользование?

36. Назовите основные экологические нормативы.

37. Что такое мониторинг?

38. Объекты мониторинга.

39. Назовите цели и задачи экологического мониторинга

40. Назовите практические направления мониторинга.

41. Перечислите виды мониторинга по характеру обобщения информации.

42. Дайте определение биоиндикации и биотестированию.

43. Что такое охрана окружающей среды?

44. Что такое экологическое право?

45. Какие виды ответственности за нарушения экологического законодательства?

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Абиота – неживая составляющая биосферы.

Абиотические факторы – элементы неживой природы: климат, почва, рельеф.

Антропогенные факторы – воздействия человека на организмы через изменения их среды обитания.

Атмосфера – газообразная оболочка Земли и некоторых других планет. Атмосфера Земли имеет протяженность до 100 км и состоит из тропосферы, стратосферы и ионосферы.

Аэробиосфера – часть биосферы, включающая нижнюю часть воздушной оболочки планеты – атмосферу.

Биогенная миграция атомов – накопление химических элементов в организмах (аккумуляция) и их высвобождение в результате минерализации отмершей биомассы (детрита).

Биогенные вещества- вещества, необходимые для жизнедеятельности организмов.

Биогеохимические круговороты – пути циркуляции химических веществ, протекающие с использованием солнечной энергии через растительные и животные организмы.

Биогеоценоз – устойчивая, саморегулирующаяся экологическая система, в которой органические компоненты неразрывно связаны с неорганическими.

Биогеоценоз (по В.Н. Сукачеву) – совокупность однородных природных компонентов на определенном участке поверхности Земли.

Биологические ритмы – одно из основных свойств живой природы, состоящее в равномерном чередовании во времени каких-либо состояний организма.

Биомасса – общее количество органического вещества всех особей биоценоза или вида с заключенной в нем энергией.

Биомасса Земли – совокупность всех живых организмов планеты.

Биосфера – оболочка Земли, населенная живыми организмами. ***Биосфера*** – это наружная оболочка Земли, область распространения жизни, которая включает все живые организмы и все элементы неживой природы; образующие среду обитания живых. ***Биосфера*** – это особая оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов, в том числе человека и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами, т.е. образует среду их обитания. ***Биосфера*** – это совокупность частей земных оболочек (лито-, гидро- и атмосферы), которая заселена живыми организмами, находится под их воздействием и занята продуктами их жизнедеятельности.

Биотические факторы – живые организмы, взаимодействующие и влияющие друг на друга.

Биотоп – совокупность всех экологических факторов биоценоза.

Биоценоз – сложившийся в процессе эволюционного развития совокупность растений и животных, населяющих одну территорию, взаимно связанных в цепи питания и влияющих друг на друга в ходе борьбы за существование и естественного отбора.

Видовое разнообразие – представлено в биоценозе всеми группами организмов – продуцентами, консументамми, редуцентами.

Вода – (гидросфера) – водная оболочка Земли, расположенная между литосферой и атмосферой. Занимает 70,8 % поверхности Земли.

Гидробиосфера – часть биосферы, занимающая водную оболочку (гидросферу),

Гомойотермные животные – организмы с постоянной температурой тела.

Детритные цепи – проходят через отмершую биомассу, источником энергии для которой служит солнечная энергия.

Емкость среды – это количество особей какого-либо вида, которое данная среда может обеспечивать всем необходимым в течение долгого времени.

Зона оптимума – благоприятная интенсивность воздействия экологического фактора на организм.

Искусственные экосистемы – агроценозы, искусственный, созданный человеком биоценоз.

Климаксное сообщество – биоценоз, сложившийся в данной местности при отсутствии вмешательства извне и остающийся неизменным до тех пор, пока не возникают внешние изменения.

Коменсализм – форма взаимоотношений между двумя видами, когда жизнедеятельность одного из них предоставляет пищу или убежище другому.

Конкуренция – форма взаимоотношений особей внутри популяции или между видами, если у них имеется один общий ограничивающий источник существования.

Консументы – растительноядные и плотоядные животные, потребители органического вещества.

Литобиосфера – часть биосферы, занимающая твердую оболочку Земли (литосферу).

Литосфера – твердая оболочка Земли, земная кора, состоящая из осадочных и магматических пород. На ее поверхности образуется почва.

Мутуализм – взаимодействия, приносящие пользу обеим партнерам.

Нейтрализм – при нейтрализме совместно обитающие виды могут существовать независимо, если их экологические требования различны.

Ноосфера – «разумная оболочка» Земли – высшая стадия развития биосферы, в которой проявляется деятельность человека, как главный, определяющий фактор. Учение о ноосфере разработано В.И. Вернадским.

Ограничивающий фактор – фактор среды, выходящий за пределы выносливости организма, т.е. за пределы допускаемого минимума или максимума.

Организм – это одна из форм существования жизни на Земле, наряду с клеткой, органом, популяцией, сообществом микроорганизмов.

Основные климатические факторы – солнечная радиация, температура, влажность.

Парабиосфера – слой, где проявление жизни носит случайный, эпизодический характер.

Паразитизм – форма межвидовых отношений, при которой организм паразита получает необходимые питательные вещества от одного или очень небольшого числа организмов – хозяев, принося им обычно вред, но не вызывая немедленной гибели.

Пастбищные цепи – цепи, в которых основным источником пищи служат зеленые растения.

Плотность популяции – количество особей данного вида на единице площади или в единице объема среды.

Пойкилотермные животные – организмы с непостоянной температурой тела.

Популяция – совокупность особей одного вида, занимающих обособленную территорию в пределах ареала вида, свободно скрещивающихся друг с другом и в той или иной степени изолированных от других популяций данного вида. ***Популяция*** – это исторически сложившаяся естественная совокупность особей одного вида, на протяжении длительного времени населяющая определенное пространство, и образующая самостоятельную генетическую и экологическую систему.

Поток энергии – поток солнечной энергии, воспринимаясь молекулами живых организмов, преобразуется в энергию химических связей. В энергетическом отношении жизнь в биосфере поддерживается постоянным притоком энергии от Солнца и использованием ее в процессах фотосинтеза.

Почва – особое природное тело, возникшее при взаимодействии горных пород, воды, воздуха и живых организмов.

Предел выносливости – граница, за пределами которой существование организма невозможно.

Продуктивность биосферы – общий прирост биомассы Земли за 1 год.

Продуценты – автотрофные организмы – единственные производители органического вещества на Земле.

Редуценты – гетеротрофные микроорганизмы (бактерии) и грибы – разрушители органических остатков, деструкторы.

Рельеф местности – абиотический фактор среды.

Репродуктивный потенциал – скорость размножения, с которой численность популяции могла бы возрастать при полном отсутствии факторов, препятствующих ее росту и размножению.

Свет – абиотический фактор среды особенно важен для фотосинтезирующих зеленых растений.

Светолюбивые растения – обитатели открытых местностей, нормально развиваются только при полном освещении.

Сезонные ритмы – осуществление определенных периодов жизненного цикла в соответствующее время года.

Сообщество (синоним ***биоценоз*)** – более высокий уровень организации жизни, чем популяция - совокупность разных видов организмов совместно населяющих некоторое естественное пространство и представляющих функциональное единство.

Среда обитания – все условия живой и неживой природы, образующие устойчивую систему, в которой существует организм и которая прямо или косвенно влияет на состояние, развитие и размножение организма или популяции в целом.

Сукцессия – процесс развития сообщества в направлении повышения его устойчивости.

Вторичная сукцессия – в той или иной степени восстанавливает повреждения на месте ранее существовавших сообществ.

Первичная сукцессия – формирование нового биоценоза на первично свободном субстрате и последовательная смена одного биоценоза другим, более совершенным в энергетическом отношении.

Суточные ритмы – регулярно, с суточной периодичностью происходящие изменения действия абиотических факторов среды и соответственно этому – жизнедеятельности живых организмов.

Террабиосфера – биосфера поверхности суши.

Фотопериодизм – реакция организма на продолжительность дня и ночи.

Фотосинтез – использование автотрофными растениями (продуцентами) солнечной энергии для синтеза углекислого газа, воды и минеральных элементов всех органических веществ, необходимых для жизни.

Химический состав водной, воздушной и почвенной сред – важный абиотический фактор неживой природы.

Хищничество – распространенный тип взаимоотношений, при котором особи одних видов непосредственно преследуют, убивают и пожирают особей других видов.

Цепи паразитов – могут начинаться с продуцентов или с консументов, но обязательным звеном будут паразитирующие виды.

Цепи питания – цепи взаимосвязанных видов, последовательно извлекающих органическое вещество и энергию из исходного пищевого вещества.

Экологическая ниша – это образ жизни популяции, ее функция в экологической системе.

Экологические факторы – отдельные элементы среды обитания, взаимодействующие с организмом и создающие условия для его существования. ***Экологический фактор*** – это любой элемент окружающей среды, способный оказывать прямое или косвенное воздействие на живой организм, или любое условие среды, на которое организм отвечает приспособительными реакциями.

Экологически опасные факторы – такое воздействие ОС, которое способствует и приводит к качественным изменениям в экосистемах, которые влияют на жизнеспособность, адаптацию, размножение особей.

Экологический кризис – это напряженное состояние взаимоотношение между человечеством и природой, характеризующиеся несоответствием между развитием производственных сил и производственных отношений с одной стороны и ресурсно-экологическими возможностями биосферы с другой.

Экология – это наука о взаимоотношениях между живыми организмами, биологическими системами и средой их обитания.

Экосистема – это любое сообщество живых существ и его среда обитания, объединенные в единое функциональное целое, возникающее на основе взаимозависимости и причинно-следственных связей между отдельными экологическими компонентами». ***Экосистема*** – исторически сложившаяся система совместного использования совокупностью живых организмов определенного пространства обитания в целях питания, роста и размножения. ***Экосистема –*** основная структурная единица биосферы.

Эубиосфера – слой биосферы, в пределах которого живые организмы локализованы постоянно.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ЭКОЛОГИИ

1. ***Закон сохранения жизни***. Жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потока веществ, энергии и информации.

2. ***Принцип Ле-Шателье*** При внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется.

3. ***Принципы Карно***. Энергия, которая проходит в виде однородного потока через организм, подчиняется двум законам термодинамики.

1 принцип Карно. Энергия может переходить из одной формы в другую, но не может ни создаваться, ни теряться - общая энергия Вселенной остается постоянной.

2 принцип Карно. Любое действие, связанное с преобразованием энергии, не может происходить без ее потери в виде рассеянной бесполезной энергии (тепла).

4. ***Закон единства организм – среда (закон Вернадского).*** Жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом, информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов

5. ***Закон Либиха – закон минимума.*** Веществом, присутствующим в минимуме, управляется урожай, определяется его величина и стабильность во времени.

6. ***Закон толерантности В.Шелфорда.*** Процветание организма ограничено зонами максимума и минимума определенных экологических факторов: между ними располагается зона экологического оптимума, в пределах которой организм нормально реагирует на условия среды

7. ***Законы Коммонера:***
   - «Все связано со всем»
   - «Все должно куда-то деваться».
   - «Ничто не дается даром»
   - «Природа знает лучше».

У ч е б н о е и з д а н и е

Косовская Мария Алексеевна
Лямина Наталья Викторовна
Семенова Анна Олеговна

ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Изд. № 101/17. Объем 5,5 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»