

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
для студентов специальности 1-70 05 01
«Проектирование, сооружение и эксплуатация
газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Составители: Л. М. Спириденко,
Общая редакция Л. М. Спириденко

Новополоцк 2008

УДК 621.643.004.502.3

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Л.В.Каминский, генеральный директор ИЧУПП «Белстройтрансгаз»;
В.К.Липский, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой
трубопроводного транспорта и гидравлики.

Рекомендован к изданию методической комиссией технологического
факультета

Приведены темы изучаемого курса, их объем в часах лекционных занятий, изложены теоретические и практические основы сооружения объектов трубопроводного транспорта. Представлены задания для практических занятий.

Предназначен для преподавателей и студентов, обучающихся по специальности «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ», для слушателей ФПКиПК инженерного профиля, для специалистов данной отрасли.

СОДЕРЖАНИЕ:

Структура модуля курса по дисциплине «Основы экологии»

Структура учебных модулей

Модуль 1. Введение в курс «Экология».

Модуль 2. Понятие и определение биосферы.

Модуль 3. Атмосфера в составе биосферы.

Модуль 4. Гидросфера в составе биосферы

Модуль 5. Литосфера.

Модуль 6. Нормирование загрязнения окружающей среды.

Модуль 7. Контроль загрязнения окружающей среды.

Модуль 8. Предупреждение загрязнения окружающей среды.

Модуль 9. Правовая охрана природы и окружающей среды.

Модуль 10. Современные проблемы охраны окружающей среды нефтегазового строительства.

Модуль 11. Концепция комплексного инженерно-экологического обеспечения нефтегазового строительства.

Модуль 12. Инженерно-экологическое обеспечение на этапе организационно-технологического проектирования нефтегазового строительства.

Модуль 13. Воздействие строительства и эксплуатации нефтегазопроводов на почвенно-растительный покров и рельеф местности.

Модуль 14. Охрана природы при строительстве и эксплуатации переходов магистральных трубопроводов через водные преграды.

Модуль 15. Загрязнения приземного слоя атмосферы при эксплуатации магистральных газонефтепроводов.

Модуль 16. Влияние строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов на животный мир.

Модуль 17. Оценка ущерба окружающей среде при строительстве и эксплуатации трубопроводов.

Модуль 18. Совершенствование технологических процессов нефтегазового строительства по природосберегающим критериям.

Модуль R. Резюме (обобщение курса).

Модуль K. Выходной, итоговый контроль.

СТРУКТУРА МОДУЛЯ КУРСА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ»



М-1 – Введение в курс «Экология».

М-2 – Понятие и определение биосферы.

М-3 – Атмосфера в составе биосферы.

М-4 – Гидросфера в составе биосферы

М-5 – Литосфера.

М-6 – Нормирование загрязнения окружающей среды.

М-7 – Контроль загрязнения окружающей среды.

М-8 – Предупреждение загрязнения окружающей среды.

М-9 – Правовая охрана природы и окружающей среды.

М-10 – Современные проблемы охраны окружающей среды нефтегазового строительства.

М-11 – Концепция комплексного инженерно-экологического обеспечения нефтегазового строительства.

М-12 – Инженерно-экологическое обеспечение на этапе организационно-технологического проектирования нефтегазового строительства.

М-13 – Воздействие строительства и эксплуатации нефтегазопроводов на почвенно-растительный покров и рельеф местности.

М-14 – Охрана природы при строительстве и эксплуатации переходов магистральных трубопроводов через водные преграды.

М-15 – Загрязнения приземного слоя атмосферы при эксплуатации магистральных газонефтепроводов.

М-16 – Влияние строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов на животный мир.

М-17 – Оценка ущерба окружающей среде при строительстве и эксплуатации трубопроводов.

М-18 – Совершенствование технологических процессов нефтегазового строительства по природосберегающим критериям.

М-R – Резюме (обобщение курса).

М-K – Выходной, итоговый контроль.

СТРУКТУРА УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ

Модуль 1. Введение в курс «Экология»

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Понятие экологии. Связь экологии с другими науками. Задачи экологии. Разделы современной экологии. Основные экологические проблемы.

2. Словарь понятий.

3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 2. Понятие и определение биосферы

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Понятие биосферы. Границы биосферы. Большой и малый круговорот веществ в биосфере. Основные законы экологии.

2. Словарь понятий.

3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 3. Атмосфера в составе биосферы.

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Атмосфера и ее состав. Основные антропогенные загрязнители атмосферы и их влияние на человека. Влияние антропогенных загрязнителей на животный мир. Влияние антропогенных загрязнителей на растительный мир.

2. Словарь понятий.

3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 4. Гидросфера в составе биосферы

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.
Строение гидросферы. Характеристика водопотребления.
Загрязнение гидросферы. Нормирование водопотребления и водоотведения предприятий.
2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 5. Литосфера

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.
Понятие и строение литосферы. Значение почвы для биосферы.
Воздействия на литосферу.
2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 6. Нормирование загрязнения окружающей среды

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.
Предельно допустимые концентрации. Предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и предельно допустимые сбросы в водные объекты. Критерии качества потребляемой воды. Критерии качества сточных вод. Шум и вибрация, их нормирование.
2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 7. Контроль загрязнения окружающей среды

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.
Понятие мониторинга окружающей среды. Цели и задачи мониторинга. Виды мониторинга.
2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 8. Предупреждение загрязнения окружающей среды

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Характеристика Загрязненности воды нефтью. Методы очистки промышленных сточных вод. Требования к степени очистки сточных вод нефтетранспорных предприятий. Основные мероприятия по защите окружающей среды. Очистка выбросов от газо- и парообразных загрязнителей. Снижение токсичности выбросов транспортно – энергетических установок. Рассеивание выбросов в атмосфере.

2. Словарь понятий.

3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 9. Правовая охрана природы и окружающей среды

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Правовое регулирование природопользования и природоохранной деятельности. Экономическая оценка природоохранных ресурсов как основа формирования рыночных отношений в природопользовании.

Экономическое стимулирование природопользования и природоохранной деятельности. Экономический и социальный ущерб от загрязнения и истощения природной среды.

Инвестирование природоохранной деятельности. Экономическая эффективность природоохранных затрат: сущность, показатели, методика определения. Особенности определения социальной эффективности природоохранных мероприятий. Основные источники и виды финансирования природоохранных мероприятий природы. История развития международного сотрудничества по охране ресурсов.

2. Словарь понятий.

3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 10. Современные проблемы охраны окружающей среды нефтегазового строительства

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Общие понятия охраны окружающей среды и инженерной экологии. Цели и задачи охраны окружающей среды и инженерной экологии в нефтегазовом строительстве. Источники техногенных воздействий на природную среду в нефтегазовом строительстве.

2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 11. Концепция комплексного инженерно-экологического обеспечения нефтегазового строительства

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Формирование концепции комплексного инженерно-экологического обеспечения нефтегазового строительства. Основные принципы инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства. Составляющие концепции комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства.

2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 12. Инженерно-экологическое обеспечение на этапе организационно-технологического проектирования нефтегазового строительства

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Новые природно-охранные требования к проектам организации производства работ в нефтегазовом строительстве. Требования к предпроектным изысканиям и информационному обеспечению для целей охраны окружающей среды и экологической безопасности нефтегазового строительства. Природоохранное содержание проектов организации нефтегазового строительства и производства работ. Экологическая экспертиза нормативно-технической и проектной документации.

2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 13. Воздействие строительства и эксплуатации нефтегазопроводов на почвенно-растительный покров и рельеф местности

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Нарушение почвенно-растительного покрова и рельефа местности при прокладке магистральных трубопроводов. Содержание работ биологического этапа стабилизации и рекультивации нарушенных земель тундровой зоны. Содержание работ по технической рекультивации нарушенных земель

2. Словарь понятий.

3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 14. Охрана природы при строительстве и эксплуатации переходов магистральных трубопроводов через водные преграды

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Характеристика техногенных воздействий на реки и водоемы в процессе строительства и эксплуатации подводных трубопроводов. Выбор экологичных проектных решений. Мероприятия по борьбе с нефтяным загрязнением водоемов.

2. Словарь понятий.

3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 15. Загрязнения приземного слоя атмосферы при эксплуатации магистральных газонефтепроводов

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.

Загрязнение приземного слоя атмосферы при эксплуатации магистральных трубопроводов и его последствия. Источники загрязнения приземного слоя атмосферы. Особенности загрязнения окружающей среды при транспортировке сжиженных газов.

Санитарно-токсическая характеристика основных загрязнителей воздуха. Оценка потерь газа и области загрязнения при повреждении магистрального газопровода.

2. Словарь понятий.

3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 16. Влияние строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов на животный мир

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.
Строительство и эксплуатация магистральных трубопроводов и их последствия. Влияние искусственных препятствий на миграцию животных.
2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 17. Оценка ущерба окружающей среде при строительстве и эксплуатации трубопроводов

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.
Экологическая паспортизация объектов нефтегазового строительства: цели, задачи и этапы. Порядок экологической паспортизации объектов. Экологический паспорт предприятия. Укрупненная оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы. Оценка площади и степени загрязнения водных объектов.
2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль 18. Совершенствование технологических процессов нефтегазового строительства по природосберегающим критериям

Введение.

1. Основы научно–теоретических знаний по модулю.
Снижение техногенных строительных воздействий за счет индустриализации нефтегазового строительства. Снижение техногенных строительных воздействий за счет совершенствования организационных форм строительства.
2. Словарь понятий.
3. Материалы, использованные в процессе обучения.

Модуль R. Резюме по курсу

Модуль К. Выходной, итоговый контроль

МОДУЛЬ 1 ВВЕДЕНИЕ В КУРС ЭКОЛОГИЯ

Тема изучает предмет и задачи дисциплины. Связь экологии с другими науками. Рассматривает исторические аспекты взаимодействия общества с природой и возникновение проблемы охраны окружающей среды. Тема рассматривает национальный и интернациональный характер проблемы охраны окружающей среды.

Схема изучения нового материала.

Тип занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
Предмет экология. Связь с другими науками.	Изучение нового материала	Лекция	2

Основы научно–теоретических знаний по модулю 1. Понятие экологии

Экология (от греч. *Oikos* – жилище, местообитание и *logos* – учение, наука) – наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают. Термин «Экология» впервые употребил немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 г. в многотомном труде о морфологии организмов. Он предложил название «Экология» для одной из ветвей зоологии, которая бы изучала всеобщность отношений между всеми видами живых существ и окружающей их органической и неорганической средой. Однако настоящим создателем экологии является Ч. Дарвин – основатель учения об эволюции живых организмов.

Предметом экологии является совокупность или структура связей между организмами и средой. Главный объект изучения в экологии – экосистемы, т.е. единые природные комплексы, образованные живыми организмами и средой обитания. Кроме того, в область ее компетенции входит изучение отдельных видов организмов (организменный уровень), их популяций, т.е. совокупностей особей одного вида (популяционно-видовой уровень) и биосферы в целом (биосферный уровень).

Многогранная деятельность человечества и всевозрастающее значение взаимодействия его с окружающей средой привели к тому, что

современная экология распалась на целый ряд научных отраслей и дисциплин.

Основной, традиционной частью экологии как биологической науки является общая экология, которая изучает общие закономерности взаимоотношений любых живых организмов и среды (включая человека как биологическое существо).

Общую экологию нередко называют биоэкологией, когда хотят подчеркнуть ее биоцентричность.

В составе общей экологии выделяют следующие *основные разделы*:

1. аутэкологию (экологию организмов, физиологическую экологию), исследующую индивидуальные связи отдельного организма с окружающей средой;

2. популяционную экологию (демоэкологию), в задачу которой входит изучение структуры и динамики популяций отдельных видов; Популяционную экологию рассматривают и как специальный раздел аутэкологии.

3. синэкологию (биоценологию, экологию сообществ), изучающую взаимоотношение популяций, сообществ и экосистем со средой.

Краткий обзор развития экологии

Экология своими корнями уходит в далекое прошлое. Как биологическая дисциплина экология появилась в середине XIX в., однако самостоятельной наукой она стала значительно позже.

Взаимоотношения между живыми организмами и окружающей природой рассматривались еще античными мыслителями и философами, в частности Аристотелем (384 – 322 гг. до н.э.), Теофрастом Эрезийским (372 – 287 гг. до н.э.), Гиппократом (460 – 356 гг. до н.э.), Плинием Старшим (23 – 79 н.э.) и др.

Аристотель описал 500 известных ему видов животных, классифицировал их по образу жизни и способу питания. Ученик Аристотеля Теофраст Эрезийский – «отец ботаники», как его часто называют, описывал особенности роста растений в разных условиях среды, зависимость их форм и особенностей их роста от грунта и климата. В трудах Гиппократа содержатся указания о влиянии факторов среды на

здоровье людей. В «Естественной истории» Плиния Старшего многие явления природы рассматривались с позиций экологии.

В истории развития экологии можно выделить *три основных этапа*:

Первый этап – зарождение и становление экологии как науки (до 60-х гг. XIX в.). На этом этапе накапливались данные о взаимосвязи живых организмов со средой их обитания, делались первые научные обобщения.

Походы Александра Македонского (IV в. до н.э.) значительно расширили знания о растительном и животном мире и его своеобразии в зависимости от условий жизни (равнины, горы, сухие и влажные места и др.).

В книгах эпохи Средневековья природоведческие факторы перемешиваются с легендами, религиозными догмами и схоластикой. В конце этого периода сведения о растительном и животном мире пополнились благодаря путешествиям Марко Поло.

Эпоха Возрождения характеризуется накоплением огромного материала о растительном и животном мире Земли. Совершаются многочисленные путешествия и открытия.

В XVII – XVIII вв. экологические сведения составляли значительную долю во многих биологических описаниях (А. Реомюр, 1734 г.; А. Трамбле, 1744 и др.). Элементы экологического подхода содержались в исследованиях русских ученых И.И. Лепехина, А.Ф. Миддендорфа, С.П. Крашениникова, французского ученого Ж. Бюффона, шведского естествоиспытателя К. Линнея, немецкого ученого Г. Йегера и др.

В этот же период Ж. Ламарк (1744 – 1829) и Т. Мальтус (1766 – 1834) впервые предупреждают человечество о возможных негативных последствиях воздействия человека на природу.

Крупнейшим ученым этого периода был А. Гумбольдт (1769 – 1859). На основе наблюдений, сделанных во время путешествий по Южной и Центральной Америке (1799 – 1801), он раскрыл общую картину распределения растительного покрова по земному шару, показал зависимость распространения растений от климата, отмечал сходство растительности верхних поясов гор с растительностью северных равнин. А. Гумбольдт выделил 19 «физиономических форм растений», что явилось основой учения о жизненных формах – одного из разделов экологии и экологической географии растений.

Второй этап – оформление экологии в самостоятельную отрасль знаний (после 60-х гг. XIX в.). Начало этого этапа ознаменовалось выходом работ русских ученых К.Ф. Рулье (1814 – 1858), Н.А. Северцова

(1827 – 1885), В.В. Докучаева (1846 – 1903), впервые обосновавших ряд принципов и понятий экологии, которые не утратили своего значения и до настоящего времени.

Появление в 1859 г. труда Ч. Дарвина «Происхождение видов» стало началом целой эпохи в развитии биологии и послужило мощной основой для становления экологического направления. В науке утвердилась идея постепенного преобразования одних видов в другие путем естественного отбора, осуществляющегося на основе борьбы за существования. Благодаря работам Ч. Дарвина (1809 – 1882) развитие биологических наук обрело научную основу.

Немецкий биолог – эволюционист Э. Геккель (1834 – 1919) первый понял, что это самостоятельная и очень важная область биологии и назвал ее экологией (1866). В своем капитальном труде «Всеобщая морфология организмов» он писал: «Под экологией мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений животного с окружающей его средой, как органической, так и неорганической, и, прежде всего, его дружественных или враждебных отношений с теми животными и растениями, с которыми он прямо или косвенно вступает в контакт. Одним словом, экология – это изучение всех сложных взаимоотношений, которые Дарвин назвал «условиями, порождающими борьбу за существование».

Как самостоятельная наука экология окончательно оформилась в начале 20-го столетия. В этот период американский ученый Ч. Адамс (1913) создает первую сводку по экологии, публикуются другие важные обобщения и сводки (В. Шелфорд, 1913, 1929; Ч. Элтон, 1927; Р. Гессе, 1924; К. Раункер, 1929 и др.). Крупнейший русский ученый XX в. В.И. Вернадский создает фундаментальное учение о биосфере. 30-е и 40-е гг. экология поднялась на более высокую ступень в результате нового подхода к изучению природных систем. Сначала А. Тенсли (1935) выдвинул понятие об экосистеме, а несколько позже В.Н. Сукачев (1940) обосновал близкое этому представление о биогеоценозе.

Во второй половине XX в. в связи с прогрессирующим загрязнением окружающей среды и резким усилением воздействия человека на природу экология приобретает особое значение.

Начинается третий этап (50-е гг. XX в. – до настоящего времени) – превращение экологии в комплексную науку, включающую в себя науки об охране природной и окружающей человека среды.

Современный период развития экологии в мире связан с именами таких крупных зарубежных ученых, как Ю. Одум, Дж.М. Андерсен, М. Бигон и др. Среди отечественных ученых следует назвать И.П. Герасимова, А.М. Гилярова, В.Г. Горшкова, Н.Н. Моисеева и др.

Первые природоохранные акты на Руси известны с IX – XII вв. (например, свод законов Ярослава Мудрого «Русская Правда», в которых были установлены правила охраны охотничьих и бортничьих угодий). История сохранила более 60 природоохранных указов Петра I. При нем же началось изучение богатейших природных ресурсов России.

Начало природоохранной деятельности Советского государства совпало с рядом первых декретов, начиная с «Декрета о земле» от 26 октября 1917г., который заложил основы природопользования в стране.

В России возникает новый вид природоохранной деятельности – рациональное использование природных ресурсов.

В 50-е г. в связи с дальнейшим развитием производительных сил в стране, усилением негативного влияния человека на природу возникла необходимость в создании еще одной формы, регулирующей взаимодействие общества и природы – охраны среды обитания человека. В этот период принимаются республиканские законы об охране природы, которые провозглашают комплексный подход к природе не только как к источнику природных ресурсов, но и как к среде обитания человека.

В 60 – 80-е гг. практически ежегодно принимались правительственные постановления об усилении охраны природы (об охране бассейна Волги и Урала, Азовского и Черного морей, Ладожского озера, Байкала, промышленных городов Кузбасса и Донбасса, Арктического побережья). Продолжался процесс создания природоохранного законодательства, издавались земельные, водные, лесные и природные кодексы.

На современном этапе в исследованиях экологов приоритеты отдаются изучению экосистем всех уровней, которые составляют единое целое – биосферу. Центральное место при изучении биосферы уделяется положению и роли человека как природно-общественного существа.

Связь экологии с другими науками

Экология как наука сложна и многогранна. Понятие «экология» не ограничивается только биологическим значением, а связано и с небιологическими науками (геологией, географией, химией, физикой, техникой и др.). Поэтому существуют геоэкология,

химическая экология, промышленная, сельскохозяйственная и т.д., т.е. условно экологию можно подразделять на отдельные направления. Так, одно из наиболее ранних направлений – *ландшафтная экология* – изучает приспособления организмов к разной географической среде, формирование биocenотических комплексов различных ландшафтов, биологические характеристики этих комплексов, их влияние на среду обитания. Многие проблемы ландшафтной экологии имеют практическое значение, так как климатическими или иными физико-географическими условиями определяется набор видов, их продуктивность, возможность акклиматизации полезных форм, условия формирования и устойчивость природных очагов заболеваний и т.п.

Другое направление экологии исследует конкретные механизмы, с помощью которых осуществляется приспособление биологических систем разного уровня к изменчивым условиям среды, необходимое для обеспечения их существования. Это направление называют *функциональной* или *физиологической экологией*, так как большинство адаптивных механизмов имеют физиологическую природу. Изучение механизмов и закономерностей адаптаций важно для решения ряда проблем медицины, охотоведения, животноводства, растениеводства и т.д.

В теоретическом плане важно направление эволюционной экологии, основной задачей которой служит выявление экологических закономерностей эволюционного процесса, путей и форм становления видовых адаптаций, а также реконструкция экосистем прошлого Земли (палеоэкология) и выявление роли человека в их преобразовании (археоэкология).

С точки зрения фактора времени экология дифференцируется на *историческую и эволюционную*.

С научно-практической точки зрения вполне обосновано деление экологии на *теоретическую и прикладную*.

Теоретическая экология определяет общие закономерности организации жизни, включает раздел «экология живых организмов» (биоэкология).

Прикладная экология изучает механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов. Научную основу прикладной экологии составляет система общеэкологических законов, правил и принципов.

Практическая экология объединяет *три раздела*:

1) Науки об охране и рациональном использовании природных ресурсов (геоэкология).

Основные ее элементы: ландшафтная экология, биогеохимическая экология, экономика природопользования и охрана окружающей среды, экология атмосферы, гидросферы (включает экологию Мирового океана, естественных и искусственных водоемов, водотоков (рек, ручьев и т.п.) и литосферы (включает экологию грунтов, месторождений полезных ископаемых (горного дела), геоинженерную экологию, геологическое заповедное дело и др.). *Новые разделы блока* – геоинформатика и экология геоэнергоаномальных зон;

2) Науки о социально-экономических факторах влияния на окружающую среду (социоэкология).

Они объединяет такие важные новые подразделы экологической науки, как экологическое образование, экологическое право, урбоэкология, экология народонаселения, экологический менеджмент, экологический маркетинг, национальная и международная экополитика.

3) Науки о техногенных факторах влияния на окружающую среду (техноэкология).

Основными структурными элементами раздела являются экология энергетики (основные подразделы: экология АЭС, ТЭС, ГЭС, нетрадиционных источников энергии (солнечная, геотермальная, ветровая, биоэнергетика, энергетика моря), промышленности (химической, металлургической, топливной, лесохозяйственной, машиностроительной промышленности и производства стройматериалов), агроэкология (мелиоративная, агрохимическая и экология животноводства), экология транспорта, военного дела, экологическая экспертиза.

Задачи экологии

Задачи экологии весьма многообразны.

В *общетеоретическом* плане к ним относятся:

- разработка общей теории устойчивости экологических систем;
- изучение экологических механизмов адаптации к среде;
- исследование регуляции численности популяций;
- изучение биологического разнообразия и механизмов его поддержания;

- исследование продукционных процессов;
- исследование процессов, протекающих в биосфере, с целью поддержания ее устойчивости;
- моделирование состояния экосистем и глобальных биосферных процессов.

Основные прикладные задачи, которые экология должна решать в настоящее время, следующие:

1) Прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий в окружающей природной среде под влиянием деятельности человека.

2) Улучшение качества окружающей природной среды.

3) Сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов.

4) Оптимизация инженерных, экономических, организационно-правовых, социальных и иных решений для обеспечения экологически безопасного устойчивого развития, в первую очередь в экологически наиболее неблагоприятных районах.

Стратегической задачей экологии считается развитие теории взаимодействия природы и общества на основе нового взгляда, рассматривающего человеческое общество как неотъемлемую часть биосферы.

2. Разделы современной экологии

Экология в своих исследованиях имеет дело с организмами и уровнями организации живого.

Организмы – это живые существа, которые обладают совокупностью свойств, отличающих их от косной материи: в большинстве случаев клеточной организацией, обменом веществ, движением, раздражимостью, ростом и развитием, размножением, изменчивостью и наследственностью, а также приспособляемостью к условиям существования.

Жизнь на Земле представлена индивидуумами (особями) определенного строения, определенной систематической группы, принадлежащими к сообществам разной степени сложности. Сообщества организмов бывают *одновидовые* и *многовидовые*. Индивидуумы и сообщества организованы в пространстве и времени.

Выделяется несколько уровней организации, которые образуют своего рода биологический спектр от генов до экосистемы и биосферы.

Экология занимается последними уровнями этого спектра: популяциями, сообществами, экосистемами и биосферой.

В экологии применяется термин *популяции*, вначале обозначавшей группу людей, но в дальнейшем расширившийся для обозначения групп любых организмов. *Сообщество* в экологическом смысле – все организмы популяции в данном районе. Сообщество и неживая окружающая среда функционируют совместно как экологическая система (экосистема).

Наконец, часть нашей планеты, где расположены экосистемы, условно обозначаются как биосфера.

В соответствии с уровнем организации живого *экология подразделяется на*: аутэкологию и синэкологию.

Аутэкология (от греч. autos – *сам*) исследует взаимодействие со средой обитания отдельных особей или их групп, относящихся к одному виду (популяции), иногда ее называют физиологической экологией. При этом особь или группа особей как бы изолируются от целостной биологической системы, в которую она входит, с целью познания ее взаимодействия со средой обитания. Полученная информация позволяет оценить роль одной особи или группы особей в природе. Однако этой информации явно недостаточно, чтобы решать вопросы охраны природы и восстановления биологических ресурсов. Надо изучать биологическую систему как целостную систему, включающую присущие ей растительные и животные организмы. Все уровни организации живого, выше организма, по отношению к нему являются надорганизменными системами.

Синэкология (греч. syn – *вместе*) изучает ассоциации популяций различных видов растений, животных, грибов и микроорганизмов, в связи с окружающей средой, т. е. надорганизменные, в основном, многовидовые сообщества растений, животных, грибов и микроорганизмов – биоценозы. Сообщество и абиотическая среда, функционирующие совместно, образуют экосистему.

В ряде публикаций современную экологию подразделяют на *три крупных раздела*: факторальную, популяционную экологию и биогеоценологию.

Факторальная экология изучает взаимоотношения представителей вида с окружающей его средой. Иначе говоря, факторальная экология исследует совокупность экологических факторов, действующих на изолированную особь, и ответные реакции особи на их действие. Этот раздел еще называют экологией вида. Факторальная экология довольно

тесно связана с физиологией и морфологией организма. По смыслу эта часть экологии также близка к аутэкологии.

Популяционная экология изучает условия формирования структуры и динамики естественных группировок особей одного вида – популяции. Термин «популяция» заимствован биологами из социологии и происходит от латинского «populus» – *народ, население*. Экологическую популяцию, следовательно, можно представить как население одного вида данной территории. Популяционная экология изучает колебания численности различных видов и устанавливает причины этого явления. Популяционная экология рассматривает отдельные особи не изолированно, а в составе популяции таких же особей, относящихся к одному виду. *Для вида характерны:* общность происхождения, сходство облика (фенотипа), единство экологических реакций на внешние воздействия. По мнению большинства экологов, популяции служат основной формой существования вида.

Популяционный подход к изучению природы имеет огромное практическое значение. Не зная закономерностей жизнедеятельности популяции, нельзя разрабатывать научно обоснованные мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов. Популяционный подход к анализу природных явлений основан на способности любого вида живого организма регулировать свою численность при воздействии разнообразных абиотических и биотических факторов внешней среды.

Учение о популяции позволило перейти к изучению более сложных форм существования материи в природе – к биогеоценозам. Исследованием биогеоценозов занимается **биогеоценология** – наука, изучающая взаимоотношения между особями, относящимися к разным популяциям данной группировки, а также между ними и окружающей средой. В ее задачу входят установление границ экосистемы, анализ существующих в ней пищевых цепей, изучение видового состава, его плотности и др.

Упорядочивая знания об организации жизни на Земле и ее связи с исключительно сложной средой обитания, экология распадается на множество разделов, имеющих свой объект исследования. Прежде всего, она *классифицируется по конкретным биологическим объектам:* экология растений, экология животных и т.д. Экология дифференцируется и в зависимости от среды местообитания организмов и тогда в ней *выделяются:* экология суши, экология моря, экология высокогорий и т.д.

Наряду с изучением экологии животных, растений, микроорганизмов и их сообществ за последние годы все больше внимание ученых привлекает экология человека.

Под экологией человека понимают комплексную дисциплину, исследующую общие законы взаимодействия и взаимовлияния биосферы и антропосистемы (все уровни человечества, все группы людей и индивидуумы).

Существует и более полное определение этой науки: «Ветвь экологии, которая изучает место человека в экосистеме, взаимное влияние человека и экосистемы и перемены, вытекающие из этого влияния» (Д. Маркович) или более просто: экология человека изучает влияние среды на человека и человека на среду.

Самостоятельным направлением в экологии человека является *социальная экология*, основным объектом которой выступает человек как биологический вид или наука о социальных механизмах взаимосвязи человеческого общества с окружающей средой.

На начальном этапе своей эволюции человек больше зависел от природы, чем она от него. Резкий рост народонаселения, увеличивающаяся потребность в пище и сырье, привели к преобразованию обширных территорий планеты. Изменение природы приобрело глобальный характер. Истощение природных ресурсов, загрязнение среды приняли угрожающие масштабы.

3. Основные экологические проблемы

1. Изменение климата Земли в результате естественных геологических процессов, усиленных тепличным эффектом, вызываемым изменениями оптических свойств атмосферы выбросами в нее главным образом CO, CO₂, других газов;

2. Замусоривание околоземного космического пространства (ОКП), последствия которого до конца пока не осмыслены, если не считать реальную опасность космическим аппаратам, включая спутники связи, локации поверхности земли и другие, широко использующиеся в современных системах взаимодействия между людьми, государствами и правительствами;

3. Сокращение мощности стратосферного озонового экрана с образованием так называемых «озоновых дыр», снижающих защитные возможности атмосферы против поступления к

поверхности Земли опасной для живых организмов жесткой коротковолновой ультрафиолетовой радиации;

4. Химическое загрязнение атмосферы веществами, способствующими образованию кислотных осадков, фотохимического смога и других соединений, опасных для биосферных объектов, включая человека и создаваемых им искусственных объектов;

5. Загрязнение океана и изменение свойств океанических вод за счет нефтепродуктов, насыщения их углекислым газом атмосферы, в свою очередь загрязненной автотранспортом и теплоэнергетикой, захоронения в океанических водах высокотоксичных химических и радиоактивных веществ, поступления загрязнений с речным стоком, нарушения водного баланса прибрежных территорий в связи с регулирования рек;

6. Истощение и загрязнение всех видов источников и вод суши;

7. Радиоактивное загрязнение отдельных участков и регионов с тенденцией его расползания по поверхности Земли;

8. Загрязнение почв вследствие выпадения загрязненных осадков (например, кислотные дожди), неоптимального использования пестицидов и минеральных удобрений;

9. Изменение геохимии ландшафтов, в связи с теплоэнергетикой, перераспределением элементов между недрами и поверхностью Земли в результате горнометаллургического передела (например, концентрация тяжелых металлов) или извлечения на поверхность аномальных по составу, высокоминерализованных подземных вод и рассолов;

10. Продолжающееся накапливание на поверхности Земли бытового мусора и всякого рода твердых и жидких отходов;

11. Нарушение глобального и регионального экологического равновесия, соотношения экологических компонентов в прибрежной части суши и моря;

12. Продолжающееся, а местами – усиливающееся опустынивание планеты, углубление процесса опустынивания;

13. Сокращение площади тропических лесов и северной тайги, этих основных источников поддержания кислородного баланса планеты;

14. Освобождение в результате всех вышеуказанных процессов экологических ниш и заполнение ими иными, видами;

15. Абсолютное перенаселение Земли и относительное демографическое переуплотнение отдельных регионов, крайняя дифференциация бедности и богатства;

16. Ухудшение среды жизнеобитания в переуплотненных городах и мегаполисах;

17. Исчерпание многих месторождений минерального сырья и постепенный переход от богатых ко все более бедным рудам;

18. Усиление социальной нестабильности, как следствия все большей дифференциации богатой и бедной части населения многих стран, возрастания уровня вооруженности их населения, криминализации, природных экологических катаклизмов.

19. Снижение иммунного статуса и состояния здоровья населения многих стран мира, многократное повторение эпидемий, имеющих все более массовый и тяжелый по последствиям характер.

Вот далеко не полный круг проблем, в решении каждой из которых специалист может найти свое место и дело.

4. Словарь понятий

Экология (от греч. Oikos – *жилище, местообитание* и logos – *учение, наука*) – наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают.

Ландшафтная экология – изучает приспособления организмов к разной географической среде, формирование биocenотических комплексов различных ландшафтов, биологические характеристики этих комплексов, их влияние на среду обитания.

Теоретическая экология определяет общие закономерности организации жизни, включает раздел «экология живых организмов» – (**биоэкология**).

Прикладная экология изучает механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов.

Аутэкология (от греч. autos – *сам*) исследует взаимодействие со средой обитания отдельных особей или их групп, относящихся к одному виду (популяции), иногда ее называют **физиологической экологией**.

Синэкология (греч. syn – *вместе*) изучает ассоциации популяций различных видов растений, животных, грибов и микроорганизмов, в связи

с окружающей средой, т. е. надорганизменные, в основном, многовидовые сообщества растений, животных, грибов и микроорганизмов – биоценозы.

Факторальная экология изучает взаимоотношения представителей вида с окружающей его средой.

Популяционная экология изучает условия формирования структуры и динамики естественных группировок особей одного вида – популяции.

Организмы – это живые существа, которые обладают совокупностью свойств, отличающих их от косной материи.

5. Материалы, использованные в процессе обучения

Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

1. Понятие экологии
2. Связь экологии с другими науками
3. Задачи экологии
4. Разделы современной экологии
5. Основные экологические проблемы

Литература

1. В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Экология. Ростов –На – Дону, Изд-во «Феникс» 2000.
2. Основы экологии. Минск 2002.
3. Экология. Учебное пособие. С.А. Боголюбов. М.: «Знание», 1999.

МОДУЛЬ 2 ПОНЯТИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОСФЕРЫ ВВЕДЕНИЕ

Данная тема посвящена изучению биосферы. Тема изучает процессы образования, границы и эволюцию развития биосферы. В модуле рассмотрены вопросы кругооборота веществ и энергии в природе, биогенеза, учение В.И. Вернадского. Один из разделов модуля освещает основные законы экологии: закономерности системы организм – среда, законы системы человек- природа.

Схема изучения нового материала

Тип занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
Определение биосферы. Основные законы экологии.	Формирование новых знаний	Лекция	2

Основы научно–теоретических знаний по модулю

1. Понятие биосферы

Биосфера – это среда нашей жизни, это та «природа», которая нас окружает, о которой мы говорим в разговорном языке. Человек – прежде всего – своим дыханием, проявлением своих функций, неразрывно связан с этой «природой», хотя бы он жил в городе или в уединенном домике.

В.И. Вернадский

Еще в трудах античных ученых – Аристотеля, Эратосфена, Теофраста, Страбона – имелись представления об устройстве окружающего мира, о взаимосвязи живых организмов с внешней средой. Однако на протяжении многих столетий эти вопросы были несколько отодвинуты на второй план. И только в эпоху Возрождения отмечался всплеск научной мысли и обращение к культурному наследию античности: учение Н. Коперника о гелиоцентрической системе мира, эпоха Великих географических открытий и т.д. Зачатки представлений о биосфере мы встречаем в трудах голландских ученых Б. Варениуса и Х. Гюйгенса, французского натуралиста Ж. Бюффона, выдающихся русских естествоиспытателей В.Н. Татищева, М.В. Ломоносова и многих других.

Однако величайшая роль жизни как решающего фактора в динамике веществ верхних горизонтов биосферы выяснялась постепенно, пока не стало известно, что живые организмы могут существовать только путем обмена веществ с внешней средой. Такой обмен имеет географическое

значение, поскольку оболочки Земли состоят из химических элементов, входящих в состав живых организмов планеты. Эту мысль ярко выразил Ж. Кювье (1769-1832): «Жизнь представляет, таким образом, более или менее сложный вихрь, направление которого постоянно и который всегда захватывает молекулы, так что форма живого тела для него существеннее, чем его вещество. Пока это движение существует, тело, в котором оно имеет место, живо, оно живет. Когда движение окончательно останавливается, тело умирает».

Французские химики Ж.Б. Дюма (1800-1884), Ж. Бусенго (1802-1887), немецкий физик Ю. Либих (1803-1873) и некоторые другие исследователи выяснили значение зеленых растений в газовом обмене земного шара и роль почвенных растворов в питании растений. После исследований Ж. Бусенго в тропических лесах Южной Америки было окончательно установлено исключительное значение углекислоты и воды в образовании зеленых растений и вообще живых организмов.

Возникновение учения о биосфере обычно связывают с именем знаменитого французского натуралиста Ж.Б. Ламарка (1744-1829), который предложил термин «биология». Определение биосферы как особой оболочки Земли и само ее название было предложено видным австрийским геологом Э. Зюссом в 1875 г. в его работе по геологии Альп. Однако подробное освещение существа и роли биосферы мы у Э. Зюсса не находим. Ж.Б. Ламарк значительно раньше и глубже подошел к анализу взаимоотношений организмов со средой их обитания и гибели, что непосредственно предшествовало нашему современному пониманию биосферы. В своей книге «Гидрогеология» он посвятил целую главу влиянию живых организмов на земную поверхность. Он писал: «В природе существует особая сила, могущественная и непрерывно действующая, которая обладает способностью образовывать сочетания, умножать их, разнообразить их...». Далее Ж. Ламарк отмечал, что «Влияние живых организмов на вещества, находящиеся на поверхности земного шара и образующие его внешнюю кору, весьма значительно, потому что эти существа бесконечно разнообразные и многочисленные, с непрерывно сменяющимися поколениями, покрывают своими постепенно накапливающимися и все время отлагающимися остатками все участки поверхности земного шара». Из этих высказываний следует, что в отношении смелой, но правильной оценки огромной геологической роли организмов и продуктов их разложения он намного опередил свое время.

Выдающийся натуралист и географ А. Гумбольдт (1769-1858) в

своем пятитомном сочинении «Космос» дал синтез знаний того времени о Земле и Космосе и на основании этого развил идею о взаимосвязи всех природных процессов и явлений, он также обнаружил зональную смену растительности в горных системах, как бы повторяющую ее широтную зональность. В дальнейшем углубленное представление о закономерных связях между растениями, животными и почвами было развито В.В. Докучаевым в учении о географических зонах, охватывающих все элементы земной поверхности. В 1899 г. В.В. Докучаев писал: «Изучались главным образом отдельные тела, минералы, горные породы, растения и животные, – и явления, отдельные стихии (вулканизм), вода, земля, воздух, в чем, повторяем, наука и достигла удивительных результатов, но не их соотношения, не та генетическая, вековая и всегда закономерная связь, которая существует между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой, между растительным, животным и минеральным царствами, с одной стороны, человеком, его бытом и даже духовным миром – с другой. А между тем именно эти соотношения и составляют сущность познания естества, лучшую и высшую прелесть естествознания».

Факты и представления о биосфере накапливались постепенно в связи с развитием ботаники, географии растений, почвоведения и других, преимущественно биологических наук, а также наук геологических. Те элементы знаний, которые стали необходимыми для понимания биосферы в целом, оказались связанными с возникновением экологии – науки, изучающей взаимоотношения организмов и окружающей среды. Работа немецкого ученого Э. Геккеля «Всеобщая морфология организмов» знаменует начало развития экологии.

Существование биосферы Земли как определенной природной системы выражается в первую очередь в круговороте энергии и веществ при участии всех живых организмов. Идея этого круговорота была изложена в книге немецкого натуралиста Я. Молешотта. Книга выдержала несколько изданий и в 1886 г. была переведена на русский язык.

Подразделение организмов по способам питания на *три группы*: автотрофные, гетеротрофные и миксотрофные, предложенное в 80-х годах XIX в. немецким физиологом В. Пфедфером (1845 – 1920), было крупным научным обобщением, способствующим пониманию основных процессов обмена веществ в биосфере.

Большое значение в области географии и экологии растений имели работы А. Энглера и Е. Варминга. А. Энглер (1844 – 1930) рассмотрел

историю развития флор земного шара и дал первое ее подразделение на основе палеогеографических материалов. Датский ботаник Е. Варминг (1841 – 1924) в своей книге «Экологическая география растений» подробно рассмотрел разнообразные морфолого-анатомические приспособления многочисленных растений к условиям среды их обитания. Он выделил *четыре экологических типа растительности земли*: гидрофиты, ксерофиты, мезофиты и галофиты. В настоящее время экологию следует рассматривать как составную часть учения о биосфере.

Значительно более глубокое и широкое представление о биосфере мы встречаем у В.И. Вернадского (1863 – 1945). Учение о биосфере является одним из крупнейших и интересных его обобщений в области естественных наук.

Основные идеи В.И. Вернадского по проблемам биосферы сложились в начале нынешнего столетия. В 1926 г. они были опубликованы в книге «Биосфера», после которой различные стороны учений о биосфере рассматривались им во многих статьях и в большой, опубликованной через двадцать лет после его смерти монографии «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» (1965), которую он назвал главной книгой жизни.

В.И. Вернадский рассматривал биосферу как область жизни, основа которой – взаимодействие живого и косного вещества. Он писал: «Живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей. Организмы представляют живое вещество, т.е. совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих, численно выраженное в элементарном химическом составе, в весе, энергии. Оно связано с окружающей средой биогенным током атомов: своим дыханием, питанием и размножением». Таким образом, В.И. Вернадский считал главной особенностью биосферы – биогенную миграцию атомов химических элементов, вызываемую лучистой энергией Солнца и проявляющуюся в процессе обмена веществ, росте и размножении организмов. Эта биогенная миграция подчиняется *двум биогеохимическим принципам*:

1. Стремится к максимальному проявлению: возникает «всюдность» жизни.
2. Приводит к выживанию организмов, увеличивающих биогенную миграцию атомов.

Согласно современным представлениям, *биосфера* – это

своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

2. Границы биосферы

По Вернадскому, биосфера есть оболочка Земли – область существования живого вещества. Биосфера, охватывающая весь земной шар, небеспредельна, ее границы определяются распространением жизни, как по горизонтали, так и по вертикали. Однако поскольку Земля имеет форму геоида, говорить о горизонтальных границах следует с некоторыми допущениями. Ведь если в экваториальных, тропических и умеренных широтах жизнь распространена повсеместно, то в отношении приполярных областей, т.е. территорий, расположенных вокруг Северного и Южного полюсов, следует сделать уточнения.

Воды Северного Ледовитого океана с постоянным ледовым покровом на большей его части в течение круглого года довольно обильно заселены морскими животными. Низкие температуры не служат препятствием для распространения живых организмов и над ледовым покровом, и на суше. Даже в Верхоянске, который до недавнего времени считался полюсом холода и где абсолютный минимум достиг – 71 °С, растут лиственничные северотаежные леса. Занесение спор мхов, грибов, лишайников и водорослей, которые могут выдержать еще более низкие температуры, вполне вероятно вплоть до Северного полюса. Там, где есть каменистый субстрат, например, на северных побережьях островов архипелагов Северная Земля и Шпицберген, образуется, хотя и разреженно, мохово-лишайниковая растительность. В Антарктиде лишайники встречаются даже в 360 км от Южного полюса на высоте 2000 м над уровнем моря.

Поэтому можно утверждать, что хотя концентрация и разнообразие живых организмов на различных по природным условиям территориях и акваториях изменяются в довольно значительных пределах, жизнь существует на всем земном шаре. Следовательно, горизонтальных границ у биосферы нет, и речь следует вести только о ее вертикальной размерности: верхнем, атмосферном, и нижнем, литосферном пределах.

Верхняя граница распространения жизни в атмосфере определяется, по всей видимости, не столько низкими температурами, сколько губительным действием радиации. Так, пыльца цветковых и голосеменных

растений, споры грибов, мхов, папоротников и лишайников, бактерии и простейшие животные организмы постоянно или с сезонной ритмикой присутствуют в воздухе. Над сушей и акваторией в дожде, снеге, в облаках и туманах кроме пыли и спор обнаружены микроорганизмы. Вся воздушная среда представляет собой суспензию жизнеспособных пыли, спор и микроорганизмов, содержание которых уменьшается с высотой. Интенсивность радиации, создаваемой космическими лучами, на высоте 9 км в десятки раз больше, чем на уровне моря, а на высотах 15 – 18 км возрастает уже в сотни раз. Высотное распространение микроорганизмов ограничивается в основном потоком жесткой ультрафиолетовой радиации Солнца, убивающей все живое.

В.И. Вернадский отмечал, что границы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жизни, т.е. полем, где возможно размножение организмов. Можно утверждать, что вся тропосфера, высота которой 8 – 10 км в полярных широтах и 16 – 18 км у экватора, в большей или меньшей степени населена живыми организмами, которые находятся в ней либо временно, либо постоянно (рис.2.1).

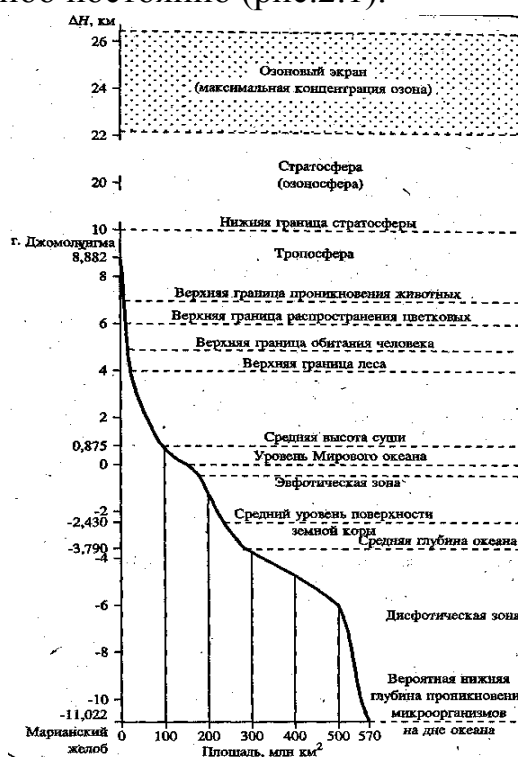


Рис. 2.1. Вертикальная размерность биосферы и гипсографическая кривая Земли

Уже в тропопаузе резко изменяются физические и температурные характеристики биосферы, в частности прекращается интенсивное турбулентное перемешивание воздушных масс. Стратосфера, находящаяся

выше тропопаузы, вряд ли пригодна для существования микроорганизмов. Верхний предел биосферы, или поля существования жизни, довольно ясно просматривается в тропопаузе. Однако верхний предел занесения спор и микроорганизмов, определяющий «поле устойчивости жизни» (живые организмы существуют, но не размножаются), возможен до верхней границы стратосферы.

Таким образом, область распространения живых организмов ограничена в основном тропосферой. Например, верхняя граница полета орлов находится на высоте 7 км; растения в горных системах и насекомые в воздушной среде не распространены выше 6 км; верхняя граница постоянного обитания человека – 5 км, обрабатываемых им земель – 4,5 км, леса в горных системах тропиков не растут выше 4 км.

Тропосфера представляет собой воздушную среду, в которой осуществляется только передвижение организмов, нередко при помощи своеобразно приспособленных для этого органов. Настоящего аэропланктона, постоянно обитающего и размножающегося в воздушной среде, видимо, нет. В противном случае тропосфера представляла бы собой «кисель», максимально насыщенный микроорганизмами. Весь цикл своего развития, включая размножение, организмы осуществляют только в литосфере и гидросфере, а также на границе воздушной среды с этими оболочками.

Верхние слои тропосферы и стратосферы, в которые возможно занесение микроорганизмов, а также наиболее холодные и жаркие районы земного шара, где организмы могут существовать лишь в покоящемся состоянии, называются **парабиосферой**.

Биосфера по вертикали разделяется на две четко обособленные области: верхнюю, освещенную светом, – **фотобиосферу**, в которой происходит фотосинтез, и нижнюю, «темную», – **меланобиосферу**, в которой фотосинтез невозможен. На суше граница между ними проходит по поверхности Земли.

В состав биосферы полностью включается гидросфера – озера, реки, моря и океаны. В морях и океанах наибольшая концентрация жизни приурочена к эвфотической зоне, куда проникает солнечный свет. Обычно ее глубина не превышает 200 м в морях и континентальных пресноводных бассейнах. Именно в фотобиосфере, где возможен фотосинтез, сосредоточены все фотосинтезирующие организмы и продуцируется первичная биологическая продукция.

Афотическая зона (меланобиосфера), начинающаяся с глубины 200

м, характеризуется темнотой и отсутствием фотосинтезирующих растений. Она представляет собой водную среду обитания активно перемещающихся животных. Вместе с тем через нее непрерывным потоком опускаются на дно морей и океанов отмершие растения, выделения и трупы животных.

О нижнем, литосферном, пределе биосферы, ясного представления пока нет. В большинстве работ, посвященных биосфере, указывается, что ее нижний предел на континентах составляет в среднем 2 – 3 км. Здесь в условиях низких, по сравнению с более глубокими слоями, температуры и давления, но при участии живых организмов (микроорганизмов) и воды, прекращается миграция химических элементов. Микробиологические исследования свидетельствуют о том, что микроорганизмы присутствуют также в пластовых водах, омывающих нефть, хотя сама нефть стерильна.

Под океанами литосферный предел биосферы, вероятно, распространяется на 0,5 – 1,0 км и, возможно, на 3,0 км ниже дна. Однако существует более обоснованное предположение, что заселенным микроорганизмами может оказаться только 200 – 250-метровый слой донных осадков. Достоверно установлено, что микрофлора обитает в донных осадках мощностью от 5 см (Черное море) до 10 – 12 м (Тихий и Индийский океаны) и 114 м (Каспийское море). О более глубоком проникновении жизни в литосферу, несмотря на интенсивные буровые работы, достоверной информации нет. Точную массу и объем биосферы установить очень трудно, поскольку неизвестно точное положение ее вертикальных границ. Можно говорить только о приближенных значениях этих характеристик. Масса всей биосферы (атмосфера + гидросфера + литосфера в границах биосферы) составляет $3 \cdot 10^9$ млрд. т, или 0,05 % массы Земли, а объем – 10 млрд. куб. км, или 0,4 % объема Земли.

Ниже литосферной границы биосферы лежит «область былых биосфер», под которой В.И. Вернадский понимал оболочку Земли, в геологическом прошлом подвергшуюся воздействию жизни. Ученый отмечал, что земная кора, мощностью в несколько десятков километров, с осадочными породами и гранитной оболочкой, когда-то была на поверхности планеты и входила в состав биосферы. Каменный уголь, нефть, мрамор, доломит, известняк, мел, железная руда и другие горные породы осадочного происхождения – свидетели существования жизни в «былых биосферах».

Некоторые ученые (В.А. Ковда, А.Н. Тюрюканов) в состав биосферы включают не только область жизни, но и другие структуры Земли, генетически связанные с живым веществом, т.е. «былые биосферы», в

настоящее время лишены жизни. Такую многослойную оболочку Земли, сформировавшуюся в результате деятельности живого вещества, предложено было называть *мегабиосферой* (от греч. mega – *большой*).

Мегабиосфера включает в себя (Лапо, 1987):

- 1) апобиосферу – верхнюю часть атмосферы Земли выше уровня распространения форм жизни в состоянии анабиоза;
- 2) парабиосферу;
- 3) биосферу;
- 4) метабиосферу, соответствующую «области былых биосфер» В.И. Вернадского.

В физической географии используется понятие, предложенное А.А. Григорьевым в 1937 г., – «географическая оболочка», которым обозначается область взаимодействия лито-, гидро-, био- и атмосфер. Верхнюю границу оболочки обычно определяют несколько ниже слоя максимальной концентрации озона – в стратосфере на высоте 20 – 25 км. Иногда ее вертикальное простираение сужают или расширяют до мезопаузы на высоте 70 – 80 км. Нижняя граница географической оболочки находится в подкорковом слое несколько ниже «поверхности Мохоровичича».

В научных работах, посвященных географической оболочке, биосфера долго рассматривалась как совокупность живых организмов, или органической материи. При таком подходе недостаточно полно учитывались особенности биосферы как планетарного образования. В современном представлении географов понятие «биосфера» отражает лишь частный, биоцентрический взгляд на географическую оболочку, которая представляет собой единственную на Земле геосистему планетарного уровня (Исаченко, 1991).

3. Основные законы экологии

3.1. Закономерности системы организм – среда

Взаимоотношения организмов с их «обезличенной» средой обитания подчиняются ряду закономерностей, которые могут быть условно классифицированы на две группы: общую и частную. Последняя группа в свою очередь распадается на серию закономерностей, связанных с внешним воздействием, и, наоборот, очерчивающих внутренние реакции организма на эти влияния. Организмы лишь частный случай глобальной совокупности системного мира. Ниже подчеркнута лишь специфичность биологических образований.

Общие законы функционирования системы организм – среда

- Закон единства организм – среда;
- Принцип экологического соответствия;
- Правило соответствия условий среды генетической предопределенности организма;
- Закон максимума биогенной энергии (энтропии) В.И. Вернадского – Э.С. Бауэра;
- Закон давления среды жизни, или закон ограниченного роста Ч. Дарвина;
- Закон совокупного действия факторов Э. Митчерлиха – Б. Бауле, или закон физиологических взаимодействий;
- Закон ограничивающих (лимитирующих) факторов Ф. Блэкмана;
- Закон толерантности В. Шелфорда;
- Правило меньшей эволюционно-экологической толерантности женского организма, или правило Геодекияна;
- Закон равнозначности всех условий жизни.

Наиболее общее философское обобщение в этой группе закономерностей – утверждение о тесном взаимодействии, диалектическом единстве организмов и их среды обитания. Последняя определяет возможность существования жизни и ее отдельных проявлений, но активным началом взаимодействия служит живое как создающая сила. Это обобщение, в наиболее ясной форме сформулированное В.И. Вернадским, получило название **закона единства организм – среда**: жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов. Связано это с активностью всех биосистем. А поскольку отношения организма и его среды системны, действует принцип экологического соответствия: форма существования организма всегда соответствует условиям его жизни. Если рассматривать эту закономерность не отвлеченно-философски, а конкретно-биологически, то формулируется **правило соответствия условий среды жизни** генетической предопределенности организма: вид организмов может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям и изменениям.

Согласно правилу максимального давления жизни и

биогеохимическим принципам В.И. Вернадского, биологические компоненты системы организм – среда все время увеличивают давление на среду своего обитания, стремясь к экологической экспансии и в то же время приспособляясь к меняющимся условиям жизни. Эти условия изменяет и сама биосистема, образуя биосреду собственного существования. Это свойство биосистем сформулировано в виде **закона максимума биогенной энергии (энтропии) В.И. Вернадского – Э.С. Бауэра**: любая биологическая или биокосная (с участием живого) система, находясь в подвижном (динамическом) равновесии с окружающей ее средой и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду. Давление растет до тех пор, пока не будет строго ограничено внешними факторами (надсистемами или другими конкурентными системами того же уровня иерархии), либо не наступит эволюционно-экологическая катастрофа. Она может состоять в том, что экосистема, следуя за изменением более высокой надсистемы как более лабильное образование, уже изменилась, а вид, подчиняясь генетическому консерватизму, остается неизменным. Это приводит к длинному ряду противоречий, ведущих к аномальному явлению: разрушению видом собственной среды обитания (не срабатывает обратная связь, регулирующая деятельность вида в составе экосистемы, а отчасти разлаживаются и популяционные механизмы). В этом случае биосистема разрушается: вид вымирает, биоценоз подвергается деструкции и качественно меняется.

Максимальному давлению жизни, максимизации биогенной энергии (энтропии) противостоит действие **закона давления среды жизни**, или **закона ограниченного роста Ч. Дарвина**, который гласит, что хотя не существует исключений из правила, что потомство одной пары особей, размножаясь в геометрической прогрессии, стремится заполнить весь земной шар, имеются ограничения, не допускающие этого явления. Эти ограничивающие силы определенным образом упорядочены, что позволило сформулировать довольно большое количество формализованных правил, принципов и законов.

Наиболее общее значение, очевидно, имеет **закон совокупного (совместного) действия факторов**: взаимосвязь экологических факторов и их взаимное усиление и ослабление определяют их воздействие на организм и успешность его жизни. При этом важны не только воздействия извне, но и физиологическое состояние организма. Иногда закон совокупного действия факторов называют **законом физиологических взаимодействий**. Обычно этот закон связывают с урожаем

сельскохозяйственных культур, поскольку он был сформулирован в 1909 г. немецким агрохимиком и физиологом растений Э.А. Митчерлихом под названием «закона эффективности факторов» в приложении к сельскохозяйственным культурам. Б. Бауле назвал этот закон «законом совокупного действия», а А. Тинеман дополнил и развил. Закон носит имена этих исследователей.

Совокупность факторов воздействует сильнее всего на те фазы развития организмов, которые имеют наименьшую экологическую валентность – минимальную способность к приспособлению.

В совокупном давлении среды выделяются факторы, которые сильнее всего ограничивают успешность жизни организма. В наиболее общем виде эту закономерность формулирует *закон ограничивающих (лимитирующих) факторов*, установленный Ф. Блэкманом в 1909 г., и более известный, хотя и позднее опубликованный (1913 г.) *закон толерантности В. Шелфорда*, к тому же несколько более узко сформулированный. Формулировка **закона ограничивающих (лимитирующих) факторов** такова: факторы среды, имеющие в конкретных условиях пессимальное значение, особенно затрудняют (ограничивают) возможность существования вида в данных условиях, вопреки и несмотря на оптимальное сочетание других отдельных условий. **Закон толерантности** очень близок к названному: лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.

Выносливость организмов зависит от их возраста и пола. Это значимо в текущей жизни и в процессе эволюции: женский организм более чуток к факторам среды в ходе эволюции вида, чем мужской (а мужской – к индивидуальным факторам воздействия). Эта закономерность известна, как *правило Геодекияна, или правило меньшей эволюционно-экологической толерантности женского организма*.

Перечисленные закономерности расширили и уточнили законы минимума Ю. Либиха, которые были при всей своей справедливости несколько механистичны и отдавали приоритет лишь факторам, находившимся в минимуме (Ю. Либих рисовал бочку с дырами, показывая, что нижняя дыра в бочке определяет уровень жидкости в ней). При дефиците чего-то именно этот недостаток определяет успешность жизни. Однако в целом, поскольку любой фактор может оказаться в

минимуме, лишь их оптимальная совокупность обеспечивает процветание. Этот факт сформулирован в виде **закона равнозначности всех условий жизни**: все условия среды, необходимые для жизни, играют равнозначную роль. В перечень этих условий для людей входят факторы как природной, так и социальной среды.

3.2. Законы системы человек – природа

- Правило исторического роста продукции за счет сукцессионного омоложения экосистем;
- Закон бумеранга, или закон обратной связи взаимодействия человек – биосфера П. Дансеро (четвертый закон Б. Коммонера);
- Закон незаменимости биосферы;
- Закон обратимости биосферы П. Дансеро;
- Закон необратимости взаимодействия человек – биосфера П. Дансеро;
- Правило меры преобразования природных систем;
- Принцип естественности, или правило старого автомобиля;
- Закон убивающей отдачи А. Тюрго – Т. Мальтуса;
- Правило демографического (технико-социально-экономического) насыщения;
- Правило ускорения исторического развития.

Прежде всего, существует ли такая система? Как система взаимосвязей, безусловно. Тип ее – «потребитель – корм», или в приложении к человечеству «потребитель – ресурсы». С точки зрения характера взаимоотношений человек выступает как «разумно-неразумный паразит»: по угрозам глобальных последствий и результатам локальных экологических катастроф, а также по общему ходу процесса разрушения среды обитания он неразумен, но по декларируемому стремлению к сохранению этой среды он разумен. Пока в одних случаях благие пожелания и естественные механизмы приводили к относительному равновесию в системе взаимоотношений человек – природа, в других – к дисбалансу в ней.

Полное уничтожение отдельных видов, экосистем и увеличение темпов опустынивания делает человека неразумным потребителем. Одновременно нынешняя скорость роста его популяций может быть охарактеризована как аномальная. Специалисты показывают, что общая

численность людей превышает допустимую от 3 до 10 раз. Естественно, допустимость определяется не по биологическим потребностям человека в пище и т. д., а по качеству жизни, достойному конца XX века, и тому удельному давлению на среду, которое возникает при стремлении к обеспечению этого качества существования.

Как аргументированно показал В.Г. Горшков, биологически человек на предисторической фазе развития уже отличался от всех других соразмерных млекопитающих исключительной подвижностью, как правило, проходя за сутки по меньшей мере вдвое большее расстояние, чем они. Люди жили в условиях энергетической недостаточности, охраняли вынужденно огромную кормовую территорию, в пределах которой постоянно или периодически кочевали. При этом, однако, они весьма долгое время оставались в рамках очень скромного энергетического лимита.

Переход к пастбищно-кочевому скотоводству и подсечно-огневому земледелию привел к удвоению энергозатрат и в варианте замены собирательства кочевым скотоводством малой экономией площадей, тогда как подсечно-огневое земледелие территориально эффективней на 2–3 порядка. Это позволило снизить подвижность человека, что в свою очередь создало предпосылки для формирования общества со свойственным ему разделением функций, культурной специализацией. Но этот процесс должен был иметь адекватный ответ в природных механизмах. Уже на фазе примитивного охотничьего промысла выработались приемы выжигания угодий для более быстрого роста трав и потому привлечения животных (биотехническая революция). Сукцессионно зрелые экосистемы, изначально бывшие основой для собирательства, постепенно исчезали и их сменяли производные ценозы. Последние продуктивнее климаксовых, но имеют совершенно иные экологические характеристики.

Следующий этап исторического развития человечества и его взаимоотношений с природой характеризуется резким снижением потребности в земле для прокормления одного человека, но новым удвоением энергозатрат и дальнейшим сукцессионным омоложением экосистем. К тому же многовидовые ценозы все в большей степени сменяются пастбищными олигокультурами и земледельческими монокультурами. Агросистемы теряют свойство стабильности и устойчивости, то же происходит с домашними животными и культурными растениями. Природная среда постепенно вытесняется квазиприродными образованиями. Современным историческим финалом является переход на

эксплуатацию предельно омоложенных экосистем и даже от естественного к искусственному плодородию почв. Экосистемные методы допинга с помощью сукцессионного омоложения были исчерпаны. Это привело к резкому скачку энергозатрат, увеличившихся в 5 – 50 (в среднем около 20) раз. Рост биологической продуктивности за счет омоложения природных систем закончился. Дальнейшее увеличение вложения антропогенной энергии в земледелие ведет к разрушению природных структур, что делает очевидным вывод о необходимости перехода к закрытым системам земледелия, его индустриализации. Другим способом увеличить эффективность сельскохозяйственного производства невозможно. Если человечество в течение длительного времени пользовалось результатами действия правила исторического роста продукции за счет сукцессионного омоложения экосистем, то теперь этот путь интенсификации закрыт. Отсюда возможность и необходимость сокращения размеров эксплуатируемых территорий. В.Г. Горшков полагает, что необходимо десятикратное их сокращение и доведение «полностью искаженной биоты» до 1 % от площади суши.

«Платой» за снижение подвижности человеческих популяций стало все большее «вгрызание» в литосферу, извлечение для хозяйственных нужд ранее эволюционно депонированной углекислоты и вообще органики: нефти, угля, газа и т. п. Допинг внешней (механической и химической) энергии – тот предел, за которым следует разрушение экосистем даже в трансформированном в агросистемы виде. Человечество уже использовало практически все резервы для интенсификации жизни и получения дополнительной урожайности в открытом грунте. Теперь необходимо переходить от эксплуатации открытых систем к использованию условно закрытых искусственных образований. Сукцессионно они «нулевого» возраста.

Ход исторических изменений связей между природой и человеком приводил к одновременным переменам в природе и в формах хозяйства. Очевидно, формы хозяйства менялись вследствие тех затруднений, которые проистекали от перемен в природе. В свою очередь перемены в хозяйстве вызывали цепные реакции в природе. Эта постоянная обратная связь получила название *закона бумеранга, или закона обратной связи взаимодействия человек – биосфера П. Дансеро (1957)*, иначе – *четвертого закона Б. Коммонера (1974)*: «ничто не дается даром». Среднее из перечисленных названий этого закона касается главным образом локальных процессов, два крайних – глобальных. По Б.

Коммонеру, «...глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может являться объектом всеобщего улучшения: все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возвращено. Платежа по этому векселю нельзя избежать; он может быть только отсрочен».

Неизбежность платежей подчеркивается также **законом незаменимости биосферы**. Его, так или иначе, формулировали многие авторы, начиная с В.И. Вернадского, а до него в менее четкой форме – Д.П. Марша и Э. Реклю. Приведу категоричные формулировки из книги В.Г. Горшкова: «Нет никаких оснований для надежд на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды с той же степенью точности, что и естественные сообщества. Поэтому сокращение естественной биоты в объеме, превышающем пороговое значение, лишает устойчивости окружающую среду, которая не может быть восстановлена за счет создания очистных сооружений и перехода к безотходному производству... Биосфера представляет собой единственную систему, обеспечивающую устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях... Необходимо сохранить естественную природу на большей части поверхности Земли, а не в генных банках и ничтожных по своей площади резерватах, заповедниках и зоопарках».

Незаменимая биосфера до поры до времени работала в рамках принципа Ле Шателье – Брауна, что для этой фазы эволюции сформулировано в виде **закона обратимости биосферы П. Дансеро (1957)**: биосфера стремится к восстановлению экологического равновесия тем сильнее, чем больше давление на нее: это стремление продолжается до достижения экосистемами климаксовых фаз развития. Фактически это повторение закона стремления к климаксу в приложении к взаимоотношениям типа природа – человек. Однако П. Дансеро тогда же сформулировал **закон необратимости взаимодействия человек – биосфера**: возобновимые природные ресурсы делаются невозобновимыми в случае глубокого изменения среды, значительной переэксплуатации, доходящей до поголовного уничтожения или крайнего истощения, а потому превышения возможностей их восстановления. Именно такова фаза развития системы взаимоотношений человек – природа в наши дни. Современная цивилизация и культура не обеспечивают стабильных условий существования на Земле ни жизни, ни человека как ее части.

Эта констатация требует формулировки **правила меры**

преобразования природных систем: в ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие этим системам сохранять свойство самоподдержания (самоорганизации и саморегуляции) и обычно ограниченные заметным изменением природных систем трех сопряженных уровней иерархии (надсистем рассматриваемой системы). Поскольку это свойство и саморегуляция природных систем поддерживается двумя механизмами – соотношением экологических компонентов внутри системы и взаимодействием пространственно выраженных подсистем, систем того же уровня и надсистем в их иерархии, то сформулированное правило справедливо для обоих этих механизмов. Надсистема более высокого (четвертого и выше) уровня иерархии, как уже было упомянуто, может поддерживать некоторые подсистемы разрушенной системы низшего уровня, но не восстанавливать их. Например, черноземы, возникшие в результате зонального биогеоценологического процесса в лугостепях и лесостепях, после их распашки зонально поддерживаются, но постепенно деградируют, сохраняя при этом тенденцию к восстановлению лишь при создании естественных условий их образования, т. е. нижних уровней природных надсистем.

Из правила меры преобразования природных систем следует ряд выводов:

1. Единица (возобновимого) ресурса может быть получена лишь в некоторый, определяемый скоростью функционирования системы (и их иерархии), отрезок времени. В течение этого отрезка нельзя переходить рубежи ограничений, диктуемых всеми теоремами экологии.

2. Перешагнуть через фазу последовательного развития природной системы с участием живого, как правило, невозможно.

3. Рациональное проведение хозяйственных мероприятий лишь в рамках некоторых оптимальных размеров, выход за которые в меньшую и большую стороны снижает их хозяйственную эффективность.

4. Преобразовательная деятельность не должна выводить природные системы из состояния равновесия путем избытка какого-то из средообразующих компонентов, т. е. если это необходимо, требуется достаточная компенсация в виде относительно непреобразованных природных систем, например, оптимальная лесистость и т.п.

5. Преобразование природы (если оно не восстановительное, «мягкое») дает локальный или региональный выигрыш за счет ухудшения каких-то показателей в смежных местностях или в биосфере в целом. (Это также следствие закона внутреннего динамического равновесия и вышеприведенных законов бумеранга и необратимости взаимодействия человек – биосфера).

6. Хозяйственное воздействие затрагивает не только ту систему, на которую оно направлено, но и на ее надсистемы, которые, согласно принципу Ле Шателье – Брауна, «стремятся» нивелировать производимые изменения. В связи с этим расходы на преобразование природы никогда не ограничиваются лишь затратами на непосредственно планируемые воздействия. (Этот вывод скоррелирован со следствиями из закона внутреннего динамического равновесия).

7. Природные цепные реакции никогда не ограничиваются изменением вещества и энергии, но затрагивают динамические качества систем природы. Это также прямой вывод из закона внутреннего динамического равновесия.

8. Вторичное постепенно сложившееся экологическое равновесие, как правило, устойчивее, чем первичное, но потенциальный «запас преобразований» (т. е. будущих их возможностей) при этом сокращается.

9. Несоответствие «целей» естественно-системной регуляции в природе и целей хозяйства может приводить к деструкции природного образования (т. е. силы природы и хозяйственных преобразований при большей величине последних в ходе противоборства сначала «гасят» друг друга, а затем природная составляющая начинает разрушаться). Вывод коррелирует с законом необратимости взаимодействия человек – биосфера.

10. Технические системы воздействия в конечном итоге (в длительном интервале времени) всегда менее хозяйственно эффективны, чем направляемые естественные системы.

Обратим внимание на **принцип естественности, или правило старого автомобиля**: со временем эколого-социально-экономическая эффективность технических устройств, обеспечивающих «жесткое» управление природными системами и процессами, снижается, а экономические (материальные, трудовые, денежные) расходы на их поддержание возрастают. Кажется, достаточно понятно, что дряхлеющие

технические устройства в конечном счете становятся нерентабельными и их необходимо заменять. В то же самое время самовозобновляющиеся и саморазвивающиеся природные системы представляют собой «вечный» двигатель, не требующий экономических вложений до тех пор, пока степень давления на них не превышает их возможностей к восстановлению.

В силу того, что антропогенное преобразование природных систем имеет достаточно четкие ограничения, выявляются некоторые более частные закономерности. Первое из этих обобщений – **закон убывающей отдачи А. Тюрго – Т. Мальтуса**. В современной трактовке его формулировка должна быть следующей: повышение удельного вложения энергии в агросистему не дает адекватного пропорционального увеличения ее продуктивности (урожайности). Длительные споры вокруг этого закона окончились тем, что он стал азбучной истиной сельскохозяйственной экологии. Падение энергетической эффективности сельскохозяйственного производства общеизвестно. Напомним лишь, что среднее соотношение вложения энергии и энергии урожая (эксергия) в сельском хозяйстве США в 1910 г. составляло 1:1, а с 70-х гг. оно подошло к 10:1. Это явление связано с заменой ручного труда механическим, а естественного плодородия почв – искусственным. Кроме того, увеличение урожаев требует сдвига в соотношении экологических компонентов, подавлении в агросистеме консументов и активизации продуцентов, что дается только значительным вложением энергии. В силу непропорциональности соотношения экологических компонентов при их количественном изменении, это вполне закономерно.

Обратные связи изложенных выше закона бумеранга и правила меры преобразования природных систем дают природную подоснову **закона, или правила демографического насыщения**: в глобальной или регионально изолированной совокупности количество народонаселения всегда соответствует максимальной возможности поддержания его жизнедеятельности, включая все аспекты сложившихся потребностей человека. Фактически это отражение законов максимального «давления жизни» и давления среды жизни, или закона ограниченного роста. Однако человечество создает давление на среду не столько биологически, сколько техногенно. Вместо демографического насыщения как такового возникает насыщение разрушительной техникой, поэтому правило может быть названо **принципом технико-социально-экономического насыщения**. Человеку же, как живому существу отводится место страдающей стороны.

Фактически сейчас в мире наблюдается не демографическое насыщение, а с учетом всех потребностей человека, чрезвычайное перенасыщение. Несоблюдение правила демографического насыщения дает резкий дисбаланс в системе взаимоотношений человек – природа. К этому сдвигу равновесия может добавиться воздействие группы биоэкологических факторов, зависящих от плотности видового населения. Теоретически возможна ситуация, когда оба ограничивающих механизма реализуются одновременно, и произойдет демографическая катастрофа. Однако, исходя из той же теории, это может и не произойти в случае достаточно быстрого включения действия **правила ускорения исторического развития**: чем стремительнее под воздействием антропогенных причин изменяется среда обитания человека и условия ведения им хозяйства, тем скорее по принципу обратной связи происходит перемена в социально-экологических свойствах человека, экономическом и техническом развитии общества (знак процесса может быть положительным и отрицательным). Поскольку производительные силы общества опосредуют связь между природой и обществом (при этом человек входит как в первую, так и во второе), а антропогенные воздействия являются движущей силой в действии закона ускорения эволюции и быстро меняют среду развития самого общества, трехчленная система «природа – производительные силы – производственные отношения» развивается с тенденцией к самоускорению процессов. В ответ на ухудшающиеся показатели среды жизни возникают механизмы, стремящиеся ее улучшить (смена техники, ресурсосберегающее наукоемкое производство, демографическое регулирование).

Вопрос лишь в том, насколько ускорение исторического развития человечества будет соответствовать сбою в действии правила демографического насыщения и принципа Ле Шателье – Брауна. Пока историческое развитие явно отстает, и это создает реальную опасность для благополучия людей. Очень значимо также общесистемное правило (закон) одновременности развития (изменения) подсистем в больших системах. Если наиболее развитые страны мира выйдут на качественно новый уровень и «подтянут» остальные менее развитые страны, то ситуация может миновать острый кризис и не перерасти в катастрофу. Но для этого необходимо включение ряда новых глобально-политических, правовых и экономических механизмов. Сейчас положение очень зыбкое, и многие специалисты полагают, что человечество, если оно хочет сохранить цивилизацию, должно решить экологические проблемы в

ближайшие десятилетия. Угрозы растут, чего нельзя сказать о способности людей их устранять.

4.Словарь понятий

Биосфера – это своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

Экосистема – природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, которые связаны между собой обменом веществ и энергии.

5.Материалы, используемые в процессе обучения

5.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

Понятие биосферы.

Границы биосферы.

Большой и малый круговорот веществ в биосфере.

Основные законы экологии.

Литература

1. Киселев В.Н. Основы Экологии: Учебн. Пособие.– Мн.: Універсітэцкае, 1998.–367 с.
2. Одум Ю. Основы экологии / Пер. с англ. М.: Мир, 1975.
3. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия Молодая, 1994.
4. Страдницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. М.: Высш.шк.,1988.

МОДУЛЬ 3

АТМОСФЕРА В СОСТАВЕ БИОСФЕРЫ

ВВЕДЕНИЕ

В модуле рассматриваются вопросы эволюции и строения атмосферы Земли, ее газовый состав. Раздел рассматривает основные антропогенные загрязнители атмосферы и их воздействие на организм человека, животных и растительный мир.

Схема изучения нового материала

Тема занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
1. Атмосфера – элемент биосферы	Изучение нового материала	Лекция	2
2. Определение зон рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере	Углубление и систематизация знаний, контроль знаний	Практическое занятие	2

Основы научно–теоретических знаний по модулю

1. Атмосфера и ее состав.

Атмосфера в составе биосферы – газовая среда обитания организмов. До появления фотосинтезирующих организмов она формировалась в основном из вулканических газов. Как уже отмечалось, с превращением бескислородной атмосферы в кислородную связаны основные этапы биологической эволюции биосферы.

Почти 50 % всей массы атмосферы сосредоточено в нижнем, 5-километровом ее слое, 75 % – в 10-километровом и 90 % – в 16-километровом. Выше 3 тыс. км плотность атмосферы мало отличается от плотности межпланетного пространства, хотя следы атмосферы обнаружены на высоте более 10 тыс. км.

Чистый и сухой воздух на уровне моря представляет собой механическую смесь нескольких газов. Соотношение между главными составляющими атмосферу газами – азотом (объемная концентрация – 78,08 %) и кислородом (20,95 %) – постоянно. Кроме них в атмосферном воздухе содержится аргон (0,93 %) и углекислый газ (0,03%). Количество остальных газов – неона, гелия, метана, криптона, ксенона, водорода, йода, угарного газа и оксидов азота – ничтожно мало (менее 0,1 %).

Атмосфера структурно *подразделяется* на тропосферу, стратосферу и ионосферу.

Тропосфера – это нижний слой атмосферы, который простирается до высоты 8 – 10 км в полярных широтах и до 16 – 18 км в тропиках. Практически вся масса наземных живых организмов существует в тропосфере.

Стратосфера располагается за тропосферой на высоте 50 – 60 км от поверхности суши. Этот слой атмосферы весьма разрежен, в нем с высотой постепенно уменьшается количество кислорода и азота, но увеличивается количество легких газов – водорода, гелия и др. На высоте 20 – 22 км от поверхности Земли в стратосфере находится озоновый слой, который поглощает и частично отражает губительное ультрафиолетовое излучение Солнца. Озоновый слой в значительной мере влияет на тепловые условия у поверхности Земли и основные физические процессы в тропосфере.

На высоте 80 – 800 км расположена *ионосфера*, или *термосфера*. Ионосфера в основном образована ионами, продуктами разрушения атомов космическими лучами. На высоте 150 – 600 км температура в этом слое атмосферы повышается до 150^е полярного сияния.

Самая верхняя, сильно разреженная, часть атмосферы называется **экзосферой**. Температура здесь достигает 2000 °С. В экзосфере газы пребывают в атомарном состоянии. Экзосфера постепенно переходит в межпланетное пространство.

Существование живого вещества биосферы невозможно без современной атмосферы. Атмосфера в ее нынешнем состоянии является продуктом длительного исторического процесса, и эволюция ее претерпевала ряд значительных изменений.

Наибольшее значение для живого вещества имеют углекислый газ и кислород, содержание которых в свою очередь целиком зависит от наличия и жизнедеятельности живых организмов.

Важнейшими компонентами атмосферы являются озон и углекислый газ, которые контролируют функционирование биосферы.

Озон – трехатомный кислород (O₃) присутствует в атмосфере от поверхности Земли до высоты 70 км. В приземных слоях воздуха он образуется под влиянием случайных факторов (грозовые разряды, окисление органического вещества и др.). Озон чрезвычайно ядовит (больше чем угарный газ), предельно допустимая концентрация его в воздухе 0,00001 %. Озон применяют для очистки воды и воздуха от микроорганизмов (озонирование). Однако благодаря ему стало возможно

возникновение на Земле жизни и ее последующая эволюция.

В более высоких слоях атмосферы (стратосфере) озон образуется в результате воздействия ультрафиолетовой радиации Солнца на молекулу кислорода, которая вначале распадается на атомный кислород ($O_2 + O \rightarrow O_3$). В конечном итоге этой фотохимической реакции и появляется озон ($O_2 + O \rightarrow O_3$). Его концентрация в стратосфере зависит от интенсивности вариаций ультрафиолетового излучения Солнца в различных длинах волн. Ультрафиолетовое излучение с длиной волны меньше 230 нм приводит к увеличению содержания озона. Возрастание излучения в волнах с большей длиной, вызывая повышение температуры, наоборот, разрушает озон.

Основная масса озона находится в стратосфере. По этой причине стратосферу довольно часто называют озоносферой. Содержание озона в ней ничтожно мало: толщина озонового слоя, приведенная к нормальным условиям давления атмосферы (101,3 МПа) и температуры (0 °С) на поверхности Земли, составляет около 3 мм. Его содержание в атмосферном воздухе непостоянно, увеличивается весной и уменьшается осенью и зимой.

Слой максимальной концентрации озона на высоте 20 – 25 км получил название *озонового экрана*. Этот газ сильно поглощает солнечную радиацию в различных участках спектра, но особенно интенсивно – в ультрафиолетовой части, которая губительна для животных и растений. Озон поглощает ультрафиолетовую радиацию с длиной волн меньше 400 нм очень интенсивно, а с большей длиной волн (до 1140 нм) значительно меньше. Поверхности Земли достигает лишь незначительная часть ультрафиолетовой радиации с длиной волны больше 280 нм. Благодаря озоновому экрану наиболее активная в биологическом отношении часть солнечной радиации не может губительно воздействовать на живые организмы.

В целом озоновый слой поглощает около 13 % солнечной энергии. Благодаря этому поглощению температура в стратосфере значительно повышается. Если в тропосфере температура понижается в среднем на 0,6 °С на каждые 100 м, до - 60 °С и более, то в стратосфере, благодаря наличию озона, она повышается, достигая над экватором 0 °С и над полюсами 10 °С. В мезосфере на высоте 75 – 80 км температура вновь понижается до - 80 °С и более.

Колебания количества озона в стратосфере происходят под влиянием естественных причин (изменение притока ультрафиолетовой радиации Солнца, солнечной активности, космического излучения и другие,

малоизвестные). Эти вариации, вероятно, являются одной из причин изменения климата на Земле.

Уменьшение озона в стратосфере связано с антропогенным фактором. Этот газ обладает сильными окислительными свойствами и вступает в активные фотохимические реакции с фреонами, оксидами азота и другими загрязняющими газообразными веществами. Фреоны оказываются в атмосферном воздухе при демонтаже и разрушении холодильных установок, в которых они являются хладагентами, а также в результате использования различных аэрозольных устройств. Космические ракеты, высотная авиация и испытание атомного оружия в атмосфере вместе с промышленным и бытовым загрязнением атмосферного воздуха вызвали разрушение озонового экрана и образовали так называемые «озоновые дыры».

В «озоновой дыре» содержание этого газа меньше, чем в самом экране. Защитные свойства озонового слоя уменьшаются. За полным исчезновением озона из этой «дыры» под ней последует незамедлительная гибель всего живого, включая человека. Размеры «озоновых дыр», так же как и содержание озона в ней, могут изменяться в значительных пределах. Значительное истощение озона каждой весной начиная с 1980 г. наблюдается над Антарктидой (рис.1.1). В 1994 г. в течение 6 весенних недель озон почти полностью исчез в нижней стратосфере.

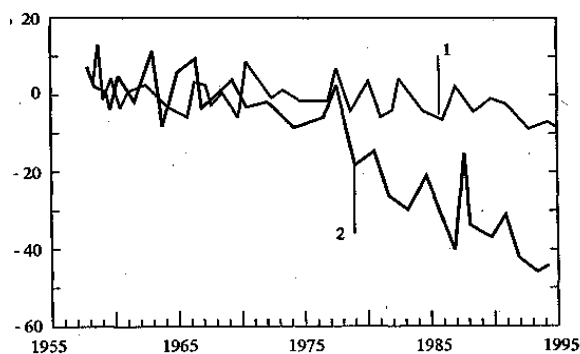


Рис. 1.1. Уменьшение содержания озона над Антарктидой за последние десятилетия:
1 – в январе - марте; 2 – в сентябре - ноябре

Подобные «озоновые дыры» в последние годы образуются над Сибирью, Западной и Центральной Европой, именно над теми территориями, где сосредоточены предприятия, производящие озоноразрушающие вещества. Это совпадение непосредственно указывает на химическое разрушение озонового экрана. Концентрация озона здесь уменьшилась на 5% и более по сравнению со среднемноголетним

значением.

Кроме защиты жизни на Земле от жесткого ультрафиолетового излучения Солнца, важнейшим свойством атмосферы является аккумуляция тепла, которая вызывает парниковый (оранжерейный) эффект. Современная средняя температура воздуха у поверхности Земли составляет 14,6 °С и отражает динамическое равновесие между приходящей и уходящей радиацией. Если бы не существовал парниковый эффект, она равнялась бы -21 °С (Куликов, Сидоренко, 1977).

Практически единственным энергетическим источником всех, природных процессов в биосфере служит солнечная радиация, поставляющая 99,98 % всего тепла на земную поверхность. Участие внутреннего тепла Земли и других источников энергии в этих процессах незначительно.

Ежегодное количество солнечной энергии, поступающей на Землю ($21 \cdot 10^{20}$ кДж), эквивалентно теплу, которое можно получить при сжигании 200 млрд. т каменного угля. Поток лучистой энергии Солнца, подходящей к земной атмосфере, отличается постоянством. Его интенсивность называют *солнечной постоянной*, которая равна 1,95 кал/(см²·мин). Годовые колебания ее, зависящие от изменений расстояния между Землей и Солнцем, составляют $\pm 3,5$ %.

Солнечная радиация состоит на 46 % из видимой (с длинами волн 0,40 – 0,75 мкм) и на 54 % из невидимой, невоспринимаемой глазом (из них 7 % – ультрафиолетовая с длинами волн 0,002 – 0,4 мкм и 47 % – инфракрасная с длинами волн больше 0,75 мкм). На 99 % солнечная радиация коротковолновая (0,1 – 4 мкм), на длинноволновую (от 4 до 100 – 120 мкм) приходится около 1 %.

Около 33 % солнечной энергии, поступающей от Солнца на верхнюю границу атмосферы, отражается в мировое пространство. Примерно столько же (29 – 32 %) этой энергии уходит за пределы атмосферы в космос в результате отражения верхним слоем облаков и земной поверхностью. Атмосфера поглощает до 20 % радиации, приходящей от Солнца к Земле (в т.ч. озоновый слой – до 13 % солнечной энергии), активно участвует в создании парникового эффекта. Остальная часть (около 15 %) солнечной энергии достигает земной поверхности и нагревает верхние слои почвы, горных пород и воду, а также участвует в различных фотохимических реакциях, в частности в фотосинтезе. Нагреваясь за счет поглощения солнечной, главным образом коротковолновой, радиации, земная поверхность (суша и акватория) становится источником земного, в

основном длинноволнового излучения, которое почти полностью поглощается атмосферой. Основным поглотителем этого излучения является водяной пар. Ночью при ясном небе потеря тепловой энергии способствует охлаждению земной поверхности, следствием которого являются сильные зимние морозы, осенние и весенние заморозки в умеренном поясе. По этой причине нередко низкие температуры в субтропических и даже тропических пустынях.

Из остальных поглотителей длинноволнового земного излучения следует назвать различные примеси в атмосфере (аэрозоли и твердые частицы) и углекислый газ. С изменением содержания в атмосфере углекислого газа, который прозрачен для коротковолнового солнечного излучения и непрозрачен для длинноволнового земного, многие географы и экологи связывают изменение климата в геологическом прошлом Земли и современную динамику температурных условий в биосфере за историческое время. Так, климатический оптимум раннего средневековья сменился в VI – XVII веках «малой ледниковой эпохой» в Северном полушарии с суровыми климатическими условиями, особенно зимой. С конца XVII века в Европе наблюдалось незначительное потепление климата, продолжавшееся до конца XIX века.

В XX веке в ряде мест земного шара происходят ярко выраженные колебания климата на фоне общего потепления, которое особенно проявилось в начале третьего десятилетия (рис.1.2.).

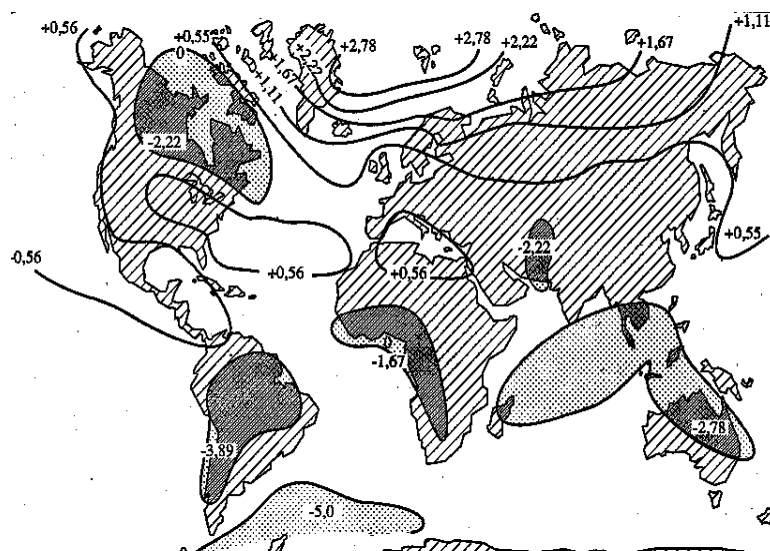


Рис. 1.2. Изменение средней температуры (°С) земной поверхности между 1900 – 1919 и 1920 – 1939 гг. (по Рамаду, 1981)

Потеплением климата в XX веке охвачена значительная часть земного шара, однако в некоторых районах Северной и Южной Америки, Африки, Азии и Австралии наблюдается похолодание. Наиболее существенное похолодание отмечено в Южной Атлантике.

В настоящее время географы и экологи предпринимают попытки отыскать причины изменения климата с целью разработки прогноза его дальнейшей динамики. Зависимость судьбы цивилизации от климата становится все более очевидной.

В качестве основных причин, вызывающих изменение климата, называют непостоянство солнечной активности, изменение магнитного поля Земли и атмосферного электрического поля, вариации концентрации озона и углекислого газа в атмосфере.

Наиболее аргументированной считается гипотеза М.И. Будыко (1984), объясняющая изменение климата Земли в течение фанерозоя колебаниями концентрации углекислого газа в атмосфере и увеличением солнечной постоянной (рис. 1.3.).

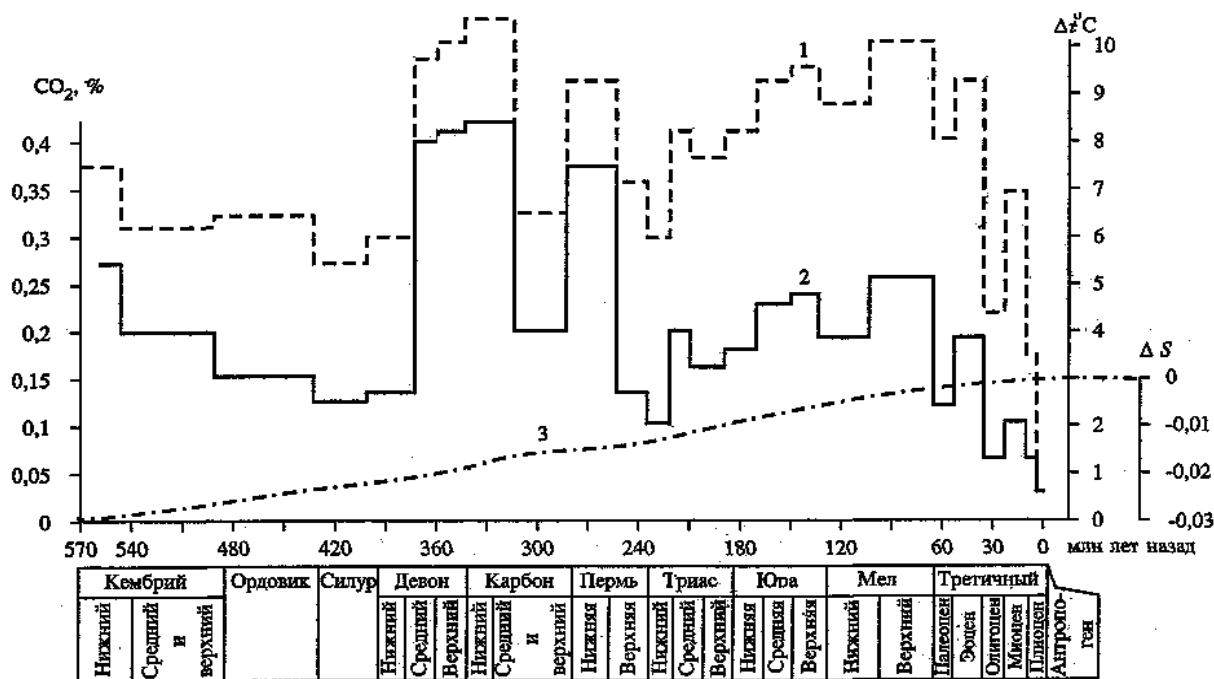


Рис. 1.3. Предполагаемое изменение (от современного уровня) содержания углекислого газа (1) в атмосфере, температуры (2) и солнечной постоянной (3, ΔS) за геологическую историю развития Земли (по Будыко, 1984)

В частности, похолодание за последние 25 млн. лет, согласно этой гипотезе, связано с уменьшением углекислого газа в атмосфере. Вероятная причина уменьшения массы CO₂ заключена в ослаблении вулканической

активности и дегазации недр, вызванных, возможно, истощением запасов радиоактивных элементов, обеспечивающих разогревание глубинных слоев Земли. Продолжение этого процесса в наступающие несколько миллионов лет может привести или к полному оледенению Земли, или к исчезновению автотрофных фотосинтезирующих растений и связанных с ними гетеротрофов. Антропогенное загрязнение воздушного бассейна углекислым газом не только предотвратило дальнейшее вероятное снижение его концентрации при современной малоактивной вулканической деятельности, но и привело к некоторому ее увеличению, усилив «парниковый эффект» атмосферы.

Важнейшим источником этого увеличения является техногенное поступление оксида углерода (СО, угарный газ) в воздушный бассейн. Ежегодно с продуктами сгорания топлива в теплоэнергетических устройствах (ТЭЦ, котельные и др.) и двигателях в атмосферу Земли выбрасывается около 300 млн. т оксида углерода, что в 10 раз превышает его поступление от природных источников.

Самоочищение воздуха от угарного газа происходит в результате миграции его в верхние слои атмосферы, где в присутствии диоксида азота и азота он окисляется до СО₂ (диоксид углерода, углекислый газ), а также путем поглощения растениями и микроорганизмами, водной и земной поверхностью. Если бы прекратилось постоянное техногенное поступление оксида углерода в воздушный бассейн, атмосфера Земли могла бы очиститься от дополнительного поступления СО в течение одного месяца или, по крайней мере, нескольких лет.

Накопление углекислого газа в атмосфере способно вызвать неоднозначные изменения в биосфере. Усиление фотосинтеза и, как следствие, увеличение биологической продуктивности растительного покрова можно оценить как благоприятную реакцию биосферы на загрязнение атмосферы углекислым газом. Однако пока нет достоверных подтверждений этого процесса.

Прогнозы современных климатических изменений разноречивы. В настоящее время наиболее вероятным считается прогноз глобального потепления, связанный с увеличением содержания оксида углерода и других газов в воздушном бассейне (рис.1.4.).

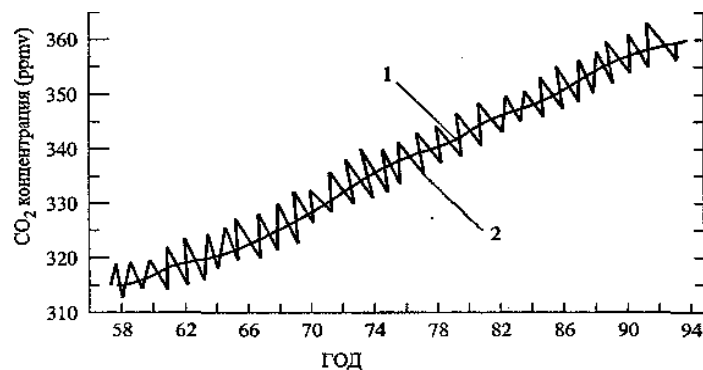


Рис. 1.4. Устойчивый рост концентрации углекислого газа (1) на фоне сезонных колебаний (2) в хорошо перемешиваемом атмосферном воздухе на научной станции Мауна Лоа на Гавайских островах

Более высокое содержание углекислого газа в атмосфере усилит ее «парниковый эффект», который, в свою очередь, будет причиной потепления климата и изменений в распределении атмосферных осадков. Если концентрация углекислого газа в атмосфере превысит доиндустриальный уровень в 2 раза, что вполне вероятно к середине XXI века, то температура, по разным оценкам, повысится на 1,5 – 4,5 °С.

Одновременно с продуктами сгорания в атмосферу за год выбрасывается около 100 млн. т твердых частиц. За предшествующий 1940 г. шестидесятилетний период произошло повышение температуры воздуха на 0,6 °С, сменившееся затем снижением ее на 0,4°С. Видимо, охлаждение, связанное с выбросами техногенной пыли, соизмеримо с потеплением, обусловленным повышением концентрации углекислого газа в атмосфере (Будыко, 1971). Однако наблюдавшиеся в последние годы в Северном полушарии климатические аномалии (теплые зимы в Европе и Сибири, невероятно жаркое лето в США) подтверждают вероятность исполнения прогноза о глобальном потеплении климата в результате усиления «парникового эффекта». Последствия этого потепления вызывают серьезную дискуссию, которая приводит к совершенно противоположным выводам.

Согласно наиболее распространенному представлению, потепление климата вызывает таяние ледниковых покровов Гренландии и Антарктиды, а также горных ледников. Результатом этого явится подъем уровня Мирового океана и затопление низменных территорий, таяние вечной мерзлоты в Евразии, перераспределение осадков и другие неблагоприятные для человечества последствия. Вырубка лесов, разрушение травяного покрова и антропогенное опустынивание могут внести существенные изменения в динамику климата.

Непосредственные наблюдения за ледниковым покровом указывают

на иной сценарий изменений в биосфере в результате потепления. Хотя ледниковый покров в относительно низких широтах действительно отступает, в глубинных районах оледенение и ледники нарастают. Причина заключена в увеличении количества осадков (снега) в высоких широтах как следствии нагревания испаряющей поверхности моря. При сохранении современных темпов потепления до 3 °С уровень Мирового океана будет ежегодно снижаться на 7 мм, так как увеличивающееся содержание влаги в атмосфере будет аккумулироваться в полярных широтах и на существующем ледниковом покрове. Баланс полярного оледенения нарушится, если потепление превысит 5 °С. Только в этом случае начнется подъем уровня Мирового океана. Однако такое потепление не прогнозируется до середины XXI века.

К сожалению, сейчас невозможно ответить на вопрос о том, устойчива ли существующая тенденция к потеплению климата, или она – временный эпизод охлаждения атмосферы в преддверии очередного ледникового периода. В последнем случае современное антропогенное потепление, временно сдерживающее похолодание, может привести к быстрой, резкой смене климатической ситуации, создав реальную угрозу существованию цивилизации в Северном полушарии.

Основные антропогенные загрязнители атмосферы и их влияние на человека, животный и растительный мир

Состав воздуха и содержание входящих в него компонентов – важнейшие условия существования человека, животного и растительного мира. Поэтому попадание в воздух каких-либо примесей, оказывающих неблагоприятное действие на окружающую среду и здоровье населения, квалифицируется ГОСТ 17.2.1.04–77 как загрязнение атмосферы. Одновременно примесь определяется как рассеянное в атмосфере вещество, не содержащееся в ее постоянном составе.

Под *загрязнением атмосферного воздуха* следует понимать любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

Загрязнение атмосферы может быть *естественным* (природным) и *антропогенным* (техногенным).

Естественное загрязнение воздуха вызвано природными процессами. К ним относятся вулканическая деятельность, выветривание

горных пород, ветровая эрозия, массовое цветение растений, дым от лесных и степных пожаров и др. **Антропогенное загрязнение** связано с выбросом различных загрязняющих веществ в процессе деятельности человека. По своим масштабам оно значительно превосходит природное загрязнение атмосферного воздуха.

Антропогенные источники загрязнения:

- промышленность (черная и цветная металлургия, нефтехимия, предприятия стройматериалов) – 30%;
- автотранспорт – 40%;
- теплоэнергетика – 30%.

Все источники загрязнения *подразделяются* на точечные, линейные и площадные. В свою очередь точечные источники могут быть подвижными и стационарными (неподвижными).

К **точечным стационарным** источникам загрязнения относятся дымовые трубы теплоэлектростанций, отопительных котельных, технологических установок, печей и сушилок, вытяжные шахты, дефлекторы, вентиляционные трубы предприятий и т. п.

Подвижными источниками загрязнения являются выхлопные трубы тепловозов, теплоходов, самолетов, автотранспорта и других движущихся устройств.

Линейные источники загрязнения воздушного бассейна представляют собой дороги и улицы, по которым систематически движется транспорт.

К **площадным источникам** относятся вентиляционные фонари, окна, двери, неплотности оборудования, зданий и т. д., через которые примеси могут поступать в атмосферу.

В зависимости от характера выбросов промышленные производства делятся на *четыре группы*:

1-ая группа производства с условно чистыми вентиляционными выбросами и концентрацией вредных веществ, не превышающей ПДК в рабочей зоне;

2-ая группа производства с выбросами неприятнопахнущих веществ;

3-я группа производства с выбросами значительных количеств газов, содержащих нетоксичные или инертные вещества;

4-ая группа производства с выбросами токсических, раздражающих, сенсibiliзирующих, канцерогенных, мутагенных веществ, а также соединений, влияющих на репродуктивную функцию организма.

Выбросы вредных веществ в атмосферу в зависимости от способа их

образования делятся на *технологические*, *вентиляционные* и *аспирационные*.

К **технологическим выбросам** относятся выделения вредных веществ из технологического оборудования вследствие его негерметичности, при продувке аппаратов и т. п. Эти выбросы характеризуются сравнительно высокой концентрацией примесей.

Вентиляционные выбросы представляют собой выбросы вредных веществ от естественной и механической (принудительной) общеобменной вентиляции. В этом случае концентрация примесей в воздухе, как правило, ниже ПДК.

Аспирационные выбросы – это выбросы в атмосферу от всех видов вытяжной местной вентиляции. По составу эти выбросы близки к технологическим.

Промышленные выбросы в зависимости от агрегатного состояния содержащихся в них примесей *подразделяются на классы*:

1-й – газообразные и парообразные (SO_2 , CO , NO_x , H_2S , CS_2 , NH_3 , углеводороды, фенолы и т. д.);

2-й – жидкие (кислоты, щелочи, растворы солей, растворы жидких металлов и их солей, органические соединения);

3-й – твердые (органические и неорганические пыли, сажа, смолистые вещества, свинец и его соединения и т. д.);

4-й – смешанные (различные комбинации классов).

Особое внимание в настоящее время уделяется *летучим органическим соединениям (ЛОС)*, способным вступать в фотохимические реакции в атмосфере с образованием озона и других окислителей. В группу ЛОС входят многие органические соединения, например, бутен, стирол, толуол, гексан, пентан, циклогексан, бензол, дихлорэтан, четыреххлористый углерод, спирты, фенолы, эфиры и др.

Промышленные пыли по происхождению подразделяются на механическую (пыль дезинтеграции), возгоны (пыли конденсации), летучую золу и промышленную сажу.

Механическая пыль – это пыль, образующаяся в результате измельчения продуктов в ходе технологических процессов.

Возгоны – пыль, образующаяся при объемной конденсации паров веществ при охлаждении газа.

Летучая зола – пыль в виде несгораемого остатка топлива, образующаяся из его минеральных примесей при горении, содержащаяся в дымовых газах во взвешенном состоянии.

Промышленная сажа – пыль в виде твердого высокодисперсного углерода, образующаяся при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов, входящая в состав промышленного выброса.

Химическая и нефтехимическая промышленность по количеству и токсичности выбрасываемых загрязнений занимает ведущее место.

Из всех выбросов по объему и степени наносимого биосфере вреда следует выделить такие вещества, как сернистый газ, оксиды азота, оксид углерода, фенолы, нефтяные газы, образующиеся в процессах переработки нефти и нефтепродуктов, ароматические углеводороды, спирты, эфиры, галогенопроизводные углеводородов, кетоны и пр., а также сероводород, сероуглерод, фториды, аммиак, сажа и другие аэрозоли.

Таблица 1.1

Источники промышленного загрязнения и их воздействие на окружающую среду

Загрязнители атмосферного воздуха	Источники загрязнения	Воздействие на окружающую среду и человека
Диоксид серы (SO ₂) 18%	Сжигания природного топлива, содержащего серу (уголь, нефтепродукты). Обжиг и плавление сернистых руд, в цветной и черной металлургии, при химических процессах получения серной кислоты, сульфитов, производства удобрений, очистке нефтепродуктов и т. д.	Ядовит, раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, длительное его вдыхание даже в небольших количествах ведет к развитию хронических заболеваний легких. Находясь в воздухе, он окисляется до SO ₃ и при соединении с атмосферной влагой образует серную кислоту, которая в виде кислотных дождей наносит вред растительности, особенно хвойным лесам, подкисляет почву и воду, ускоряет процессы коррозии металлов, разрушает конструкции зданий.
Оксиды азота (NO _x) 10%	Сжигание всех видов ископаемого топлива. Автотранспорт, производство азотной кислоты	Ядовитый газ. Оксиды азота способствуют образованию кислотных дождей, влияющих на лито- и гидросферу. Избыточное количество соединений азота в почве разрушает ее структуру, повышает содержание нитратов в продуктах растениеводства и животноводства.
Оксид углерода (CO), или	Оксид углерода попадает в атмосферу вместе с дымовыми газами, что	Токсичен и является кровяным ядом. При отравлении оксидом углерода в зависимости от дозы наблюдаются сонливость, головная

угарный газ 45%	обусловлено неполным сгоранием топлива. Автотранспорт	боль, головокружение, рвота, одышка, замедление дыхания, судороги, коллапс и гибель в результате ингибирования дыхательного центра.
Загрязнители атмосферного воздуха	Источники загрязнения	Воздействие на окружающую среду и человека
Углеводороды (C _n H _m) 15%	Добыча, транспортирование и хранение нефти и н/п. Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов, очистные сооружения	Углеводороды поражают печень, центральную нервную систему, сердечно-сосудистую систему, нарушают обменные процессы в организме живых существ, приводят к ряду серьезных нарушений в организме человека.

Продолжение табл. 1.1

Загрязнители атмосферного воздуха	Источники загрязнения	Воздействие на окружающую среду и человека
Сероводород (H ₂ S)	НПЗ	Сероводород оказывает общетоксическое и раздражающее действие, вызывает головокружение, головную боль, тошноту, рвоту, конъюнктивиты разной этиологии, воспаление и отек легких, поражение мышц сердца, судороги, а в больших концентрациях приводит к гибели.
Аммиак	При получении азотных удобрений, солей аммония, в производстве органического синтеза и других химических производствах	Оказывает общетоксическое и раздражающее действие на человека, поражает роговицу глаз, вызывает удушье, отек легких.
Промышленная пыль 12%	Предприятия химической промышленности	Запыленная атмосфера плохо пропускает ультрафиолетовую радиацию, обладающую бактерицидными свойствами, препятствует самоочищению атмосферы, ухудшает процесс фотосинтеза. Пыль вредно влияет на живые организмы, поражая в первую очередь органы дыхания; является переносчиком болезнетворных агентов и радионуклидов на значительные расстояния с потоками воздуха; снижает освещенность помещений, вызывая перерасход электроэнергии.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на территории нашей республики являются промышленные предприятия, автотранспорт и объекты энергетики. В 1998 г. этими источниками выброшено в атмосферу 1788,2 тыс. т компонентов, причем большая их часть поступает от автотранспорта – 1373,8 тыс. т, или 76,8 %, на долю остальных загрязнителей пришлось менее 1/3 суммы выбросов загрязняющих веществ.

В составе выбросов преобладали: оксид углерода – 1033,6 тыс. т, или 57,8 %; диоксид серы – 189,5 тыс. т, или 10,6 %; углеводороды – 305,8 тыс. т, или 7,1 %; оксиды азота – 162,7 тыс. т, или 9,1 %.

Следует отметить, что преобладающее количество оксидов углерода (91,9 %) и оксидов азота (70,8 %) в атмосфере от автотранспорта.

Отрицательное воздействие загрязнителей воздуха обуславливается их токсическими и раздражительными свойствами. Ввиду этого, к **наиболее опасным загрязнителям атмосферы** относят окись углерода и сернистый ангидрид, образующиеся в результате сгорания природного газа, нефти и нефтепродуктов, а также сжиженные газы – аммиак, метан, этилен, пропан, бутан и др. Последние являются менее распространенными, однако намечающаяся тенденция к увеличению трубопроводного транспорта этих продуктов позволяет рассматривать их в качестве основных загрязнителей воздуха наряду с окисью углерода и сернистым ангидридом.

Окись углерода – бесцветный газ, оказывающий отрицательное воздействие на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы человека.

Сернистый ангидрид – бесцветный газ с острым запахом, ощутимый человеком уже при концентрации 5 – 7 мг/м³ воздуха. Концентрация 20 – 50 мг/м³ вызывает раздражение слизистой оболочки глаз и дыхательных путей, более высокая концентрация – одышку и расстройство сознания. Максимальное время пребывания в воздухе с содержанием сернистого газа 120 мг/м³ не превышает 3 мин, а с содержанием 300 мг/м³ – 1 мин. Во влажном воздухе сернистый газ соединяется с капельками воды и образует аэрозоль серной кислоты с резким запахом, порог ощущения которого 0,6 – 0,85 мг/м³. При дыхании аэрозоль вызывает раздражение слизистой оболочки дыхательных путей. Рефлекторные изменения дыхания отмечаются при концентрации аэрозоля 3,5 – 5 мг/м³.

Аммиак – бесцветный газ с резким характерным запахом, порог ощущения – 37 мг/м³. Обладает сильным раздражающим действием на дыхательные пути.

Этилен – бесцветный газ, оказывающий наркотическое действие на человека.

Отрицательное влияние загрязненного воздуха, особенно содержащего сернистый газ, на растительность заключается в подавлении их роста. Из древесных пород наиболее чувствительны к загрязнению воздуха ель, сосна, пихта, лиственница, ольха, ива, береза; из злаковых и бахчевых культур – пшеница, рожь, ячмень, овес, люцерна, клевер и т.д.; из низших – кустистые лишайники. Установлено, что вредное воздействие сернистого газа на хвойные деревья обнаруживается на расстоянии до 80 км от места выброса.

Смесь углеводородных газов с воздухом при определенных концентрациях примесей пожаро- и взрывоопасна.

Для предупреждения неблагоприятных последствий загрязнений воздуха содержание вредных веществ в атмосфере регламентируется соответствующими нормативными документами. **Допустимой считается концентрация вредного вещества**, которая не оказывает прямого или косвенного вредного и неприятного действия на организм человека, не снижает его работоспособности, не ухудшает самочувствия. **Недопустимыми** являются такие концентрации вредных веществ, которые оказывают влияние на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы, условия жизни населения. **Предельно допустимой концентрацией (ПДК)** вредного вещества называется такое содержание его в воздухе, которое при ежедневном воздействии в течение неограниченного времени не может вызвать у человека каких-либо патологических изменений или заболеваний.

2. Словарь понятий

Атмосфера – газовая среда обитания организмов, сформированная, в основном, из вулканических газов.

Тропосфера – это нижний слой атмосферы, который простирается до высоты 8 – 10 км в полярных широтах и до 16 – 18 км в тропиках.

Стратосфера – слой атмосферы, расположенный за тропосферой на высоте 50 – 60 км от поверхности суши.

Экзосфера – самая верхняя, сильно разреженная, часть атмосферы.

Озоновый экран – слой максимальной концентрации озона на высоте 20 – 25 км.

Загрязнение атмосферного воздуха – любое изменение состава и свойств воздуха, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

Естественное загрязнение – загрязнение воздуха, вызванное природными процессами.

Антропогенное загрязнение – загрязнение, связанное с выбросом различных загрязняющих веществ в процессе деятельности человека.

Механическая пыль – это пыль, образующаяся в результате измельчения продуктов в ходе технологических процессов.

Возгоны – пыль, образующаяся при объемной конденсации паров веществ при охлаждении газа.

Летучая зола – пыль в виде несгораемого остатка топлива, образующаяся из его минеральных примесей при горении, содержащаяся в дымовых газах во взвешенном состоянии.

Промышленная сажа – пыль в виде твердого высокодисперсного углерода, образующаяся при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов, входящая в состав промышленного выброса.

Предельно допустимой концентрацией (ПДК) вредного вещества – такое содержание его в воздухе, которое при ежедневном воздействии в течение неограниченного времени не может вызвать у человека каких-либо патологических изменений или заболеваний.

3. Материалы, используемые в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 1) Атмосфера и ее состав.
- 2) Основные антропогенные загрязнители атмосферы и их влияние на человека.
- 3) Влияние антропогенных загрязнителей на животный мир.
- 4) Влияние антропогенных загрязнителей на растительный мир.

3.2. Задание к практическому занятию

Определение зон рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

Цель работы: изучение методики определения параметров загрязнения воздушного бассейна от одиночных точечных источников.

Основные положения

Основой выполнения работы являются следующие положения:

- на рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере влияют метеорологические параметры скорость и направление ветра, температурная стратификация атмосферы, температура атмосферного воздуха;
- максимальная приземная концентрация от данного источника загрязнения, возникающая при неблагоприятных метеорологических условиях (при опасных скоростях и направлении ветра, высокой температуре атмосферы и её безразличном состоянии) не должна превышать ПДК за границей санитарно-защитной зоны;
- приземная концентрация загрязняющих веществ зависит от параметров источника выброса и состава пылегазовоздушной смеси.

Стратификация – учение о слоистом строении атмосферы, учитывается температурный градиент, движение воздуха, различие его состава в разных слоях.

Максимальная приземная концентрация загрязняющих веществ, C_{\max} , [мг/м³] в атмосфере от одиночного точечного источника выброса круглого сечения, выбрасывающего нагретую пылегазовоздушную смесь, рассчитывается по формуле:

$$C_{\max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (1)$$

где A – коэффициент, зависящий от температуры стратификации атмосферы. Для условий Республики Беларусь $A = 140$.

H – высота источника выброса от земли, [м];

M – интенсивность выброса загрязняющего вещества, [г/с];

F – коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ в атмосфере и зависящий от состояния загрязняющих веществ и эффективности пылеулавливания (см. табл.3.2.1). Быстрее оседают крупные частицы пыли, большей плотности (ρ_n , г/см³) при малой начальной скорости (W_0), т.к. меньше кинетическая составляющая.

Таблица 3.2.1

Значение коэффициентов F

Вещество	Эффективность пылеулавливания, [%]	F'
Газообразные выбросы	–	1
Твердые частицы	> 90	2
	75 – 90	2,5
	< 75	3

V_1 – расход (объем выбрасываемой пылегазовоздушной смеси в ед. времени), [м³/с]

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega_0. \quad (2)$$

где w_0 – скорость выхода, м/с;

D – диаметр трубы, м.

$$\Delta T = T_G - T_B, \quad (3)$$

где T_G – температура газовой смеси, [⁰С]; T_B – температура атмосферного воздуха принимаемая для района расположения предприятия и 13 часов самого жаркого месяца года по СНИП 2.01.01.82 строительная климатология и геофизика (Госстрой СССР; Стройиздат, 1989 год)

η – коэффициент, учитывающий влияние аэродинамических нарушений. Для одиночного источника при отсутствии рядом стоящих препятствий (высоких зданий, сооружений) $\eta = 1$.

$$f = 1000 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}. \quad (4)$$

Вводится коэффициент f показывающий изменение скорости на единицу температурного градиента и зависящий от параметров источника выброса (трубы).

Коэффициенты m и n учитывают условия выброса пылевоздушной смеси. m и n зависят от параметров соответственно:

- при $f < 100$ $m = (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f})^{-1}$,

где m – безразмерный коэффициент, определяющийся по приведенной формуле или графику.

- при $V_m \geq 2$ $n = 1$

4. $1,5 \leq V_m < 2$ $n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13$

$V_m < 0,5$ $n = 4,4 \cdot V_m$,

где n – безразмерный коэффициент, зависящий от опасной скорости, V_m м/с.

Опасная скорость – скорость ветра, при которой предельные

концентрации имеют наибольшее значение.

Параметр, характеризующий влияние начальной скорости температурного градиента и высоты трубы:

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}, \quad (5)$$

где w_0 , [м/с] – скорость выхода газозадушной смеси из источника выброса (трубы); D – диаметр источника выброса, [м].

Расстояние от источника выброса до точки с максимальной приземной концентрацией рассчитывается по формуле (6):

$$X_{\max} = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (6)$$

где H – высота источника выброса, [м].

Вводится параметр d , определяемый следующим образом:

- при $V_m \leq 0,5$ $d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f})$
- $0,5 < V_m \leq 2$ $d = 4,95 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f})$
- $V_m > 2$ $d = 7 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f})$.

Величина опасной скорости ветра, V_{\max} , [м/с], соответствующей полученным значениям C_{\max} и X_{\max} , также зависит от параметра V_m :

- при $V_m \leq 0,5$ $V_{\max} = 0,5$
- $0,5 < V_m \leq 2$ $V_{\max} = V_m$
- $V_m > 2$ $V_{\max} = \sqrt{V_m} \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f})$.

Опасность загрязнения атмосферы оценивается показателем j :

$$j = \frac{C_{\max}}{nБЖ} < 1 \quad (7)$$

Результаты расчета записывают в табличной форме (см. табл. 3.2.2). Опасность загрязнения атмосферы газообразными веществами с учетом суммирования при одновременном присутствии в атмосфере SO_2 и NO_x .

$$j_{SO_2+NO_x} = \frac{C_{\max,SO_2}}{nБЖ_{SO_2}} + \frac{C_{\max,NO_x}}{nБЖ_{NO_x}} < 1. \quad (8)$$

Таблица 3.2.2

Вид записи результатов расчета

Вещество	C_{\max} , [мг/м ³]	X_{\max} , [м]	V_{\max} , [м/с]	J
Зола				
SO_2				
NO_x				
Суммирование		_____	_____	

$SO_2 + NO_x$				
---------------	--	--	--	--

По итогам расчета делаются выводы об уровне загрязнения и предлагаются мероприятия по его снижению в случае необходимости.

Порядок оформления практической работы

1. Название работы
2. Цель работы
3. Условие задания
4. Что такое $C_{маа}$, $X_{маа}$, $V_{маа}$, j
5. Что учитывает и от чего зависит коэффициент F
- 5.

Контрольные вопросы к практической работе

1. Для чего определяются X_{max} и C_{max} . Понятие санитарной зоны?
2. Как влияют высота и диаметр трубы на X_{max} и C_{max} ?
3. Как влияют температурный градиент и начальная скорость газа на площадь рассеивания?
4. Что такое опасная скорость ($V_{маа}$)?
5. От чего зависит F ?
6. Что такое стратификация?
- 6.

Варианты заданий к практической работе

Исходными данными для расчета являются соответствующие Вашему варианту параметры выброса (см. табл. 3.2.3).

Таблица 3.2.3

Параметры выброса газообразной смеси

Вариант п/п	H , [м]	D , [м]	W_0 , [м/с]	$T_{Г}$, [°C]	$T_{Б}$, [°C]	M_{SO_2} , [г/с]	$M_{зол}^*$, [г/с]	M_{NO_x} , [г/с]	ПДК, [мг/м ³]		
									SO_2	Зола	NO_x
1	10	1,4	8	125	25	12,0	15,5	4,2	0,5	0,5	0,085
2	25	1,0	12	100	20	10,0	14,5	3,8	---	---	---
3	28	1,5	15	80	15	30,0	70,6	12,1			
4	18	0,7	16	90	10	25,0	15,0	1,0			
5	15	0,8	21	130	5	16,0	14,0	4,6			
6	23	0,9	16	230	15	21,0	34,0	3,2			
7	28	1,0	12	160	20	6,0	62,0	5,8			
8	32	1,5	9	125	25	15,0	18,9	7,8			
9	20	1,2	10	135	15	42,0	14,1	10,2			
10	24	1,5	14	215	25	19,0	27,2	11,4			

11	25	1,7	9	210	30	18,0	34,5	2,0			
12	30	2,0	6	180	20	5,0	56,7	2,2			
13	23	1,3	11	150	15	16,0	59,4	12,8			
14	19	1,0	14	165	10	7,0	62,1	14,4			
15	18	0,7	19	115	0	21,0	65,3	16,6			
16	35	2,0	9	210	40	32,0	50,0	7,4			
17	40	2,6	5	195	15	28,0	24,0	21,0			
18	38	2,6	8	145	25	14,0	32,0	16,6			
19	24	1,8	13	210	15	12,0	12,8	21,8			
20	19	0,8	18	160	5	10,0	5,6	15,4			

* – при эффективности пылеулавливания > 90%.

Литература:

1. Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометеиздат, 1980.
2. Дажо Р. Основы экологии / Пер. с фр. М.: Прогресс, 1975.
3. Киселев В.Н. Основы экологии: Учебн. пособие.– Мн.: Універсітэцкае, 1998.– 367 с.
4. Куликов К.А., Сидоренко Н.С. Планета Земля. М.: Наука, 1977.
5. Чубанов К.Д., Киселев В.Н., Бойко А.В. Природная среда в зоне влияния промышленных центров Беларуси. Мн.: Наука и техника, 1989.

МОДУЛЬ 4 ГИДРОСФЕРА В СОСТАВЕ БИОСФЕРЫ ВВЕДЕНИЕ

В данном разделе рассматривается строение гидросферы, роль воды в биосфере, основные загрязнители гидросферы и их воздействие на животный и растительный мир. Модуль помимо общих вопросов по изучению гидросферы дает представление о гидросфере Беларуси и международной деятельности по охране водных ресурсов, в которой принимает участие Республика Беларусь.

Схема изучения нового материала

Тема занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
1. Строение гидросферы. Роль воды в биосфере.	Изучение нового материала	Лекция	2
2. Подсчет убытков при сбросе сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, в природных водоемах.	Углубление и систематизация знаний, контроль знаний	Практическое занятие	2

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Строение гидросферы.

Гидросфера представляет собой водную оболочку земли, расположенную между атмосферой и литосферой. В ее состав включаются океаны, моря и поверхностные воды суши. Довольно часто в географической литературе гидросфера определяется в более широком смысле и в ее состав дополнительно включают подземные воды, ледяной покров Гренландии и Антарктиды, горные ледники, атмосферную воду и воду, содержащуюся в живых организмах.

Основная масса воды (1370 млн. куб.км, или 94 % общего объема гидросферы) сосредоточена в Мировом океане, который занимает площадь в 361 млн. кв.км, или 70,8 % поверхности планеты (510 млн. кв.км). Поверхностные воды суши (озера, реки, водохранилища, болота и почвенные воды) имеют 0,5 млн. куб.км, что составляет 0,4 % всего объема гидросферы. Объем подземных вод более 61 млн. куб. км (4 % объема биосферы). Лед и снег Арктики, Антарктики, Гренландии и горных ледников оценивается в 24 млн. куб.км (1,6 % объема гидросферы). Наибольшее значение в биосфере имеют воды Мирового океана,

атмосферы и поверхностных водоемов. В океане зародилась жизнь, его роль в биосфере огромна, но воды суши более активны в современных биосферных процессах.

Океаническая вода представляет собой раствор солей со средней концентрацией 35 г/л (35 %), причем хлористого натрия содержится 27,2 г/л, хлористого магния – 3,4, сульфата магния – 2,0, сульфата кальция – 1,3, хлористого калия – 0,6, карбоната кальция – 0,1 г/л. В водах открытого океана концентрация солей изменяется незначительно – от 33 до 37 %. Солончатые воды характерны для лагун и эстуариев больших рек, в которых морская вода опресняется вследствие поступления пресных вод.

Воды суши по своему физическому и химическому составу – довольно неоднородная среда. Однако преобладающая часть поверхностных водоемов и водотоков имеет пресную воду с концентрацией солей, как правило, не более 0,5 г/л. В связи с соленостью морская вода как жизненная среда резко отличается от пресной воды, хотя обе содержат химические элементы в количестве, необходимом для жизнедеятельности организмов. На Земле очень редко встречаются растения и животные, которые способны жить как в пресной, так и в соленой воде.

Концентрация солей у обитателей пресных вод выше, чем в воде, т.е. жидкости их тел гипертоничны. По законам осмоса окружающая вода стремится проникнуть в их тела. Чтобы избежать разбухания и гибели, обитатели пресных вод должны обладать либо относительно непроницаемыми для воды оболочками, либо специальными органами для удаления проникшей в тело воды, например, почками (у рыб) или их аналогами (сократительные вакуоли у простейших). Возможно, из-за этих трудностей существования в пресной воде многие представители морской фауны не смогли освоить внутренние водоемы.

Жидкости тела обитателей соленых вод морей и океанов имеют концентрацию солей, равную или меньшую, чем в окружающей водной среде, т.е. являются изотоническими или слабогипотоническими. Сами обитатели этих вод обладают специальными органами или приспособлениями для выделения избытка солей в воду. Так, у морских костных рыб соли натрия выделяются клетками жаберного аппарата, а соли магния – почками. По этой причине Мировой океан и водоемы суши – совершенно разные жизненные области со свойственным им набором природных условий. Только проходные рыбы, например, лососи и некоторые ракообразные могут жить как в пресной, так и в соленой воде.

Характерной особенностью океана является циркуляция и перемешивание вод. В слое до 150 – 200 м циркуляция определяется, главным образом, господствующими ветрами. Под влиянием атмосферной циркуляции поверхностные течения образуют антициклональные круговороты воды в тропических и субтропических широтах и циклональные – в умеренных и высоких.

Северо-восточные и юго-восточные пассаты гонят поверхностные воды океана в западном направлении, образуя Южное и Северное пассатные течения, разделенные зоной компенсационных экваториальных межпассатных противотечений (рис. 1.1).

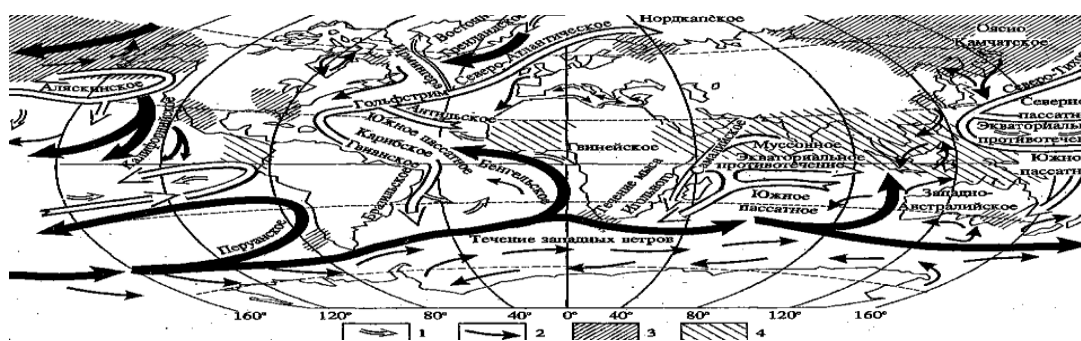


Рис. 1.1. Система поверхностных течений Мирового океана в зимний период:
 1 – теплые течения; 2 – холодные течения; 3 – области развития вторичных муссонов; 4 – области развития тропических циклонов

Достигая восточных берегов, они поворачивают на север (в Северном) и на юг (в Южном полушарии) и движутся вдоль материков приблизительно до широт 40 – 45°. У южных побережий Южной Америки, Африки и Австралии под влиянием западных ветров поверхностные течения отклоняются на восток и, смешиваясь с холодными водами Арктики, образуют пересекающее Мировой океан холодное Течение западных ветров. Достигнув материков, холодные воды наполняют его ветви – Перуанское течение у западных берегов Южной Америки, Бразильское – у Африки и Западно – Австралийское – у Австралии. В области пассатов уже нагретые воды вовлекаются в южные пассатные течения и замыкают субтропический антициклональный круговорот воды в океанах Южного полушария. Вблизи Антарктиды существует течение, ориентированное с востока на запад, которое с южными ветвями Течения западных ветров образует циклональный круговорот поверхностных океанических вод.

Сформировавшаяся система течений в Южном полушарии вместе с

системой ветров обеспечивают достаточно равнозначные климатические условия существования материковых биот. В иные годы эта система приходит в возмущенное состояние, которое сказывается на метеорологических условиях не только Южного полушария, но и всей планеты. Особая роль в этом возмущении принадлежит явлению Эль – Ниньо, с которым связано периодическое катастрофическое потепление вод и атмосферы над ними в восточной части Тихого океана.

Примерно раз в 4 года, начиная с конца декабря, в результате ослабления юго-восточного пассата усиливается проникновение теплых вод вдоль берегов Эквадора до 15 ° ю. ш., которые оттесняют от побережья холодные воды Перуанского течения. Тонкий слой теплых вод прекращает поступление кислорода в поверхностный слой, вызывая массовую гибель планктона, гибель или миграцию рыб и питающихся ими птиц на востоке экваториальной части Тихого океана. Причины сильного ослабления пассатов пока не определены.

Эль – Ниньо вызывает перестройку поля ветров, за которой следуют серьезные метеорологические изменения во многих регионах планеты. Очень часто периоды засухи на северо-востоке Южной Америки, в Индонезии, на востоке Австралии, в Индии, на юго-востоке Африки, в Мексике и в некоторых других регионах совпадают с очередным эпизодом Эль – Ниньо. Период явного дефицита осадков обычно продолжается 4 – 6 месяцев и более. Появляются и другие региональные аномалии. Так, Эль – Ниньо 1992 г. сопровождалось ураганскими ветрами в Калифорнии, необычно дождливой погодой на Тихоокеанском побережье Аляски и Канады, сильным потеплением на северо-востоке США и обильными осадками на берегах Мексиканского залива.

Существует также связь погоды в Евразии с Эль – Ниньо. Во время этого события на Восточно-Европейской равнине, включая Беларусь, и в Западной Сибири устанавливаются теплые и малоснежные зимы, в то время как на юго-востоке Европы и в Малой Азии зимы холодные (Borisenkov, Borisova, 1985).

Круговороты воды в океанах Северного полушария определяются не только общей циркуляцией атмосферы, но и географическим положением и размерами материков Евразии и Северной Америки. Пассатные ветры формируют северные пассатные течения в Тихом и Атлантическом океанах, которые, достигнув восточных берегов этих материков, отклоняются на северо-восток и образуют мощные теплые течения Куроисио – Северо-Тихоокеанское и Гольфстрим – Северо-Атлантическое.

Их южные ветви переходят в течения Калифорнийское у западных берегов Северной Америки и Канарское – у западных берегов Африки, откуда северо-восточный пассат отгоняет нагретую поверхностную воду. Эти холодные течения замыкают антициклональный круговорот океанических вод в Северном полушарии. Восточно-Гренландское, Лабрадорское (у восточных берегов Северной Америки), Оясио-Камчатское и Приморское (у восточных берегов Азии) холодные течения замыкают круговорот океанических вод в умеренных широтах.

Для климата Беларуси, как и в целом для Евразии и Северной Америки, непереоценимое значение имеет теплое течение Гольфстрим – Северо-Атлантическое. Начало его – в Мексиканском заливе, куда восточные пассатные ветры нагоняют поверхностную нагретую воду тропиков Атлантики. Выходя через Флоридский пролив, Гольфстрим, по причине более высокого уровня океана в результате подпора теплых вод с юга, отклоняется не вправо под влиянием вращения Земли, а влево и направляется в северную часть Атлантики. Южнее о. Исландия он разделяется на две ветви. Одна из них достигает берегов Северной Европы, чему способствует и западный перенос воздушных масс, свойственный умеренным широтам. Дальше более соленые и потому более тяжелые, хотя и теплые, воды Гольфстрима погружаются под легкие опресненные холодные воды Северного Ледовитого океана и прослеживаются на глубине от 50 до 200 м.

Другая ветвь Северо-Атлантического течения (течение Ирмингера) поворачивает на запад и омывает южные берега Гренландии. Через незамерзающий пролив Дейвиса она проникает в море Баффина, образуя теплое Западно-Гренландское течение. Таким образом, ледниковый щит Гренландии оказывается изолированным от материка. Это обстоятельство трудно переоценить как для природы, так и для цивилизации Северной Америки.

За изменением системы ветров в Северной Атлантике, которое может быть следствием парникового эффекта или преобразования поверхности суши (уничтожение лесов, водно-земельные мелиорации и др.) вероятны трансформации в существующем круговороте поверхностных вод океана. Усиление западных ветров способно привести к тому, что Северо-Атлантическое течение займет более южное положение и его теплые воды начнут погружаться в холодные глубины не у северных берегов Европы, а южнее. Последствием этого могут быть прекращение существования теплого течения Ирмингера и замерзание пролива Дейвиса

вплоть до образования единого ледяного покрова Гренландии и Канадского архипелага. Данное событие явилось бы климатической катастрофой для цивилизаций Северного полушария, так как оказалось бы возможным наступление ледникового периода.

Кроме системы поверхностных течений в Мировом океане существует термохалийная циркуляция вод, обусловленная неравномерным распределением их температуры и солености. В целом океан представляет собой холодную водную массу с температурой ниже 4 °С, прогретую до 20 °С и более только в субтропических и тропических широтах на глубину менее 0,5 км (рис. 1.2), в то время как его глубина достигает 4 – 5 км, а во впадинах значительно больше.

На материках при погружении в недра Земли температура горных пород (ниже верхнего слоя с ее сезонным изменением) увеличивается примерно на 3 °С на каждые 100 м опускания. Сами недра Земли горячие, и от дна океана в воду исходит постоянный тепловой поток, хотя и малосравнимый с солнечным прогревом поверхностных вод. Только в зонах выхода термальных вод эта закономерность нарушается. Существует парадоксальная ситуация: в недрах материков запасено огромное количество тепла, а в глубинах Мирового океана – холода. Запасы холода столь велики, что для выравнивания температуры океанических водных масс необходимо было бы затратить в 5 – 6 раз больше тепла, чем его потеряно при образовании всех современных ледников Земли, массой $5 \cdot 10^{16}$ т, включая антарктический щит.

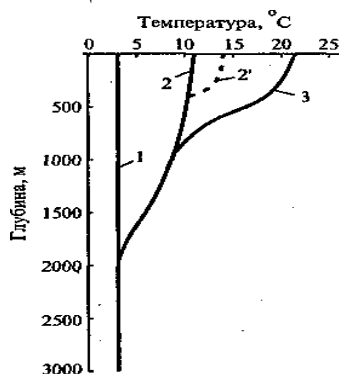


Рис. 1.2. Типичное распределение температуры воды по глубинам:

1 – высокие широты; 2 – умеренные широты (зима); 2' – умеренные широты (лето);
3 – тропики

Причины образования глубинных течений и глубоководная циркуляция изучены пока слабо. В настоящее время принята схема движения глубинных вод по модели, предложенной Г. Стоммелом в 1958 г. (Добровольский и др., 1980).

Циркуляция глубинных вод – медленный процесс по сравнению с поверхностными океаническими течениями. Они совершают круговорот за сотни лет. Глубинные воды являются мусорной свалкой человечества, в которой нередко хоронят радиоактивные и ядовитые химические вещества.

Главной движущей силой глубоководной циркуляции служит погружение холодных полярных вод. Придонные холодные воды Северного Ледовитого океана заперты сушей (острова Фарерские и Исландия) и мелководьем (Фарерско – Исландский порог) Северной Атлантики. Только между юго-восточным склоном Гренландии и подводным хребтом Рейкьянес происходит опускание холодных опресненных вод Арктики под теплое течение Ирмингера.

Основная масса глубинных океанических вод как в Северном, так и в Южном полушарии берет начало у Антарктиды. Согласно теории термохалинной циркуляции, холодные воды, основным центром формирования которых является море Уэдделла, по материковому склону Антарктиды опускаются вниз между 40° и 60° ю.ш. Из Атлантического часть холодных вод поступает в Индийский океан. В северной части Тихого океана, вероятно, существует дополнительный источник холодных вод.

Ниже поверхностных течений действует противопоток (по отношению к движению глубинных холодных вод) теплых вод, имеющих соленость выше средней. Этот противопоток образуется в **зонах конвергенции**, т.е. зонах схождения теплых и холодных поверхностных течений. В результате повышенного испарения концентрация солей в водах теплых течений становится большей. При контакте с холодными течениями в зонах конвергенции температура теплых вод понижается. Став более тяжелыми, они опускаются вниз и растекаются над глубинными холодными водами в направлении, противоположном первоначальному потоку.

С приближением к Антарктиде промежуточные воды выталкиваются к поверхности еще более тяжелыми придонными водами, текущими в противоположном направлении. Из глубин океана они приносят с собой много питательных веществ, вызывая бурное развитие растительной и животной жизни в водах Антарктики.

Кроме этого меридионального противопотока существуют и *широтные экваториальные промежуточные противотечения*, которые направлены против поверхностных пассатных течений и имеют компенсационный характер.

Холодные глубинные воды выходят на поверхность океана в зонах **дивергенции** – расхождения поверхностных течений, которые образуются в результате неравномерного распределения скоростей поверхностных ветровых потоков и плотности воды. Устойчивые зоны конвергенции находятся в восточных частях океанов в субтропических и умеренных широтах. У западных берегов континентов ветры постоянно отгоняют поверхностную воду от крутого берегового склона. В результате апвеллинга на поверхность поднимается холодная глубинная вода, богатая биогенными элементами. Зоны апвеллинга, в противоположность пустынным берегам, характеризуются колоссальными популяциями рыб и птиц и являются наиболее продуктивными океаническими областями. Изменения направления ветра и поступление поверхностных теплых вод вызывает «цветение» в бескислородной среде ядовитых водорослей динофлагеллат и приводит к массовой гибели рыбы и другим последствиям. Наиболее часто подобные катастрофы происходят в зоне Перуанского апвеллинга, с которым связано явление Эль – Ниньо.

Система поверхностных океанических течений определяется общей циркуляцией атмосферы. Ее вероятные трансформации при усилении парникового эффекта (смещение центров действия атмосферы и изменение скорости ветров в умеренных и тропических широтах) могут привести к изменениям общей циркуляции океанических вод. Не исключается ситуация, при которой теплые и более соленые поверхностные воды потекут от тропиков к югу, а поверхность океана займет поток холодных глубинных вод, океан «опрокинется». Запасы холода в нем столь велики, что для наступления нового ледникового периода достаточно перемешать небольшую часть его вод. Однако возможность такого варианта развития биосферы под влиянием антропогенного пресса пока не подтверждена научными исследованиями.

Характеристика водопотребления

Природные воды используются в хозяйственной деятельности по следующим направлениям: питьевое водоснабжение; пищевая промышленность; хозяйственно-бытовое водоснабжение; отдых, туризм, спорт; нужды животноводства; прудовое рыбоводство; неорошаемое и орошаемое земледелие; промышленное и теплоэнергетическое водоснабжение; гидроэнергетика; судоходство.

Использование воды может происходить *двумя путями*: без изъятия

воды из источника и с изъятием ее. К первому пути, который называется также *проточным водопотреблением*, относятся такие сферы деятельности, как судоходство, рыбное хозяйство, гидроэнергетика; ко второму – водоснабжение и орошение.

Наибольшее количество пресной воды используется на бытовое, промышленное и сельскохозяйственное водопотребление.

Площадь орошаемых земель на планете составляет более 300 млн. га. Количество воды, используемое в течение года на орошение 1 га посевов, в среднем составляет 12 – 14 тыс. м³. Ежегодное изъятие поверхностных вод для нужд сельскохозяйственного водопотребления в общей сложности составляет более 2500 км³, или более 6 % суммарного годового стока рек земного шара. В мировом водопотреблении орошаемое земледелие занимает первое место.

На втором месте по объему забранной из природных источников воды в мире стоит промышленное водопотребление. Интенсификация его связана как с быстрым ростом промышленности, так и с увеличением расхода воды на единицу продукции. Известно, что на производство 1 т синтетического волокна расходуется 2,5 – 5,0 тыс. м³ воды; 1 т аммиака – около 1 тыс. м³; 1 т синтетического каучука – 2 тыс. м³; на переработку 1 т сырой нефти – 35 м³, на новых нефтеперерабатывающих заводах благодаря внедрению новых технологий в настоящее время расходуется 0,4 – 0,12 м³/т воды.

Валовое потребление пресной воды мировой промышленностью составляет около 400 км³, а ежегодный суммарный безвозвратный расход воды на промышленные нужды оценивается в 40 км³.

Бытовое водопользование состоит из хозяйственно-бытового и питьевого водоснабжения. Для удовлетворения всех хозяйственных нужд необходимо 300 л пресной воды в сутки на одного человека (с учетом обеспечения пищевой промышленности и торговых предприятий). Расход воды на одного городского жителя в мире составляет приблизительно 150 л/сут., или 55 м³/год, сельского жителя – не более 50 л/сут., или 18 м³/год.

В связи с ростом урбанизации в настоящее время мировая норма водопотребления на одного человека увеличилась до 400 л/сут., а ежегодный расход пресной воды может составить порядка 920 км³/год, или 2,5 % полного годового стока всех рек планеты. На цели питьевого водоснабжения обычно забираются подземные воды как наиболее чистые.

В нашей республике основными водопотребителями являются жилищно-коммунальное хозяйство и промышленность (59 % общего

водопотребления), причем на хозяйственно-бытовые нужды идет основная масса забираемой воды.

Загрязнение гидросферы

Под *загрязнением водоемов* понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ.

Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски запахов, вкуса), увеличение содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода воздуха, появление радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей.

Установлено, что более 400 видов веществ могут вызвать загрязнение вод. Различают химические, биологические и физические загрязнители. Среди *химических загрязнителей* к наиболее распространенным относят нефть и нефтепродукты, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества), пестициды, тяжелые металлы, диоксины и др. Очень опасно загрязняют воду *биологические загрязнители*, например вирусы и другие болезнетворные микроорганизмы, и *физические* – радиоактивные вещества, тепло и др.

Основные виды загрязнения вод

Наиболее часто встречается химическое и бактериальное загрязнение. Значительно реже наблюдается радиоактивное, механическое и тепловое загрязнение.

Химическое загрязнение – наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся. Оно может быть *органическим* (фенолы, нефтеиновые кислоты, пестициды и др.) и *неорганическим* (соли, кислоты, щелочи), *токсичным* (мышьяк, соединения ртути, свинца, кадмия и др.) и *нетоксичным*. При осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте вредные химические вещества сорбируются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок, и т.д., однако, как правило, полного самоочищения загрязненных вод не происходит. Очаг химического загрязнения подземных вод в сильнопроницаемых грунтах может распространяться до 10 км и более.

Бактериальное загрязнение выражается в появлении в воде

патогенных бактерий, вирусов (до 700 видов), простейших, грибов и др.

Весьма опасно содержание в воде, даже при очень малых концентрациях, радиоактивных веществ, вызывающих **радиоактивное загрязнение**. Наиболее вредны «долгоживущие» радиоактивные элементы, обладающие повышенной способностью к передвижению в воде (стронций-90, уран, радий-226, цезий и др.). Радиоактивные элементы попадают в поверхностные водоемы при сбрасывании в них радиоактивных отходов, захоронении отходов на дне и др. В подземные воды уран, стронций и другие элементы попадают как в результате выпадения их на поверхность земли в виде радиоактивных продуктов и отходов и последующего просачивания вглубь земли вместе с атмосферными водами, так и в результате взаимодействия подземных вод с радиоактивными горными породами.

Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.). Механические примеси могут значительно ухудшать органолептические показатели вод.

Применительно к поверхностным водам выделяется еще их загрязнение (а точнее, засорение) твердыми отходами (мусором), остатками лесосплава, промышленными и бытовыми отходами, которые ухудшают качество вод, отрицательно влияют на условия обитания рыб, состояние экосистем.

Тепловое загрязнение связано с повышением температуры вод в результате их смешивания с более нагретыми поверхностными или технологическими водами. Так, например, известно, что на площадке Кольской атомной станции, расположенной за Полярным кругом, через 7 лет после начала эксплуатации температура подземных вод повысилась с 6 °С до 19 °С вблизи главного корпуса. При повышении температуры происходит изменение газового и химического состава в водах, что ведет к размножению анаэробных бактерий, росту гидробионтов и выделению ядовитых газов – сероводорода, метана. Одновременно происходит «цветение» воды, а также ускоренное развитие микрофлоры и микрофауны, что способствует развитию других видов загрязнения. По существующим санитарным нормам температура водоема не должна повышаться более чем на 3 °С летом и 5 °С зимой, а тепловая нагрузка зимой не должна превышать 12 – 17 кДж/м³.

Качество воды определяется в зависимости от класса ее загрязненности. В табл. 1.1. приведены критерии определения класса качества воды.

Таблица 1.1

Классификация качества поверхностных вод по величине ИЗВ

Класс качества воды	Величина ИЗВ	Характеристика качества
I	менее или равно 0,3	чистая
II	более 0,3 – 1,0	относительно чистая

Продолжение табл. 1.1

Класс качества воды	Величина ИЗВ	Характеристика качества
III	более 1,0 – 2,5	умеренно загрязненная
IV	более 2,5 – 4,0	загрязненная
V	более 4,0 – 6,0	грязная
VI	более 6,0 – 10,0	очень грязная
VII	более 10,0	чрезвычайно грязная

Таблица 1.2

Уровень загрязнения воды в основных реках Республики Беларусь
(в ИЗВ – индекс загрязненности воды)

Река	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Днепр								
г. Орша	2,5-4,0	1,5-2,5	1,8-1,9	0,9-0,9	1,1-0,9	1,0-0,9	1,7-1,7	1,2-1,2
г. Шклов	2,2-2,3	1,1-1,4	2,3-2,1	0,9-0,9	0,8-0,7	0,9-1,0	1,3-1,1	0,9-0,8
г. Могилев	1,7-3,0	1,0-1,7	2,9-2,0	1,0-0,8	0,8-0,8	0,9-1,1	1,2-1,2	0,7-0,8
г. Быхов	2,4-2,6	1,5-1,2	1,8-1,6	0,7-0,9	0,8-0,7	1,1-1,0	1,3-1,2	0,9-0,8
пгт. Речица	2,1-2,2	1,3-1,9	1,3-1,2	1,5-1,7	1,4-1,5	1,5-1,4	1,4-1,4	1,1-1,2
г. Лоев	2,6-2,6	1,2-1,2	1,3-1,3	1,5-1,6	1,2-1,2	1,3-1,4	1,2-1,4	1,2-1,5
Березина								
г. Брод	0,8	0,6	0,9	1,0	1,0	0,8	1,0	1,2
г. Борисов	1,7-3,6	0,8-1,3	1,1-1,3	0,9-1,6	1,0-1,5	0,9-1,5	0,8-1,2	0,9-1,4
г. Бобруйск	2,4-1,7	2,5-2,2	1,4-1,7	1,2-1,4	1,6-1,7	1,4-2,0	1,8-1,5	1,0-0,9
г. Светлогорск	2,4-3,2	1,8-1,7	1,5-1,4	1,6-1,8	1,4-1,5	1,2-1,4	1,3-1,4	1,2-1,2
Свислочь								
с. Хмелевка	0,8	1,0	1,4	1,2	0,9	0,9	0,8	0,7
с. Дрозды	1,2	1,0	1,2	1,0	0,8	0,9	0,8	0,8
с. Подлосье	2,2	2,1	1,4	1,3	1,1	1,3	1,7	1,5
с. Королищевичи	4,3	3,6	3,7	3,0	4,7	5,4	6,5	5,9
устье р.	1,8	2,7	1,5	1,7	2,2	2,3	2,2	1,6
Сож								
г. Кричев	1,4-1,8	1,0-1,5	1,6-1,4	0,8-0,8	0,8-0,8	0,8-0,9	1,1-1,1	0,7-0,6
г. Гомель	1,5-3,1	1,5-1,3	1,1-1,3	1,6-1,5	1,1-1,4	1,1-1,3	1,2-1,4	1,0-1,1
Припять								
г. Пинск	2,1-3,2	0,9-1,6	1,5-1,6	1,2-2,6	1,1-1,3	0,9-1,4	1,3-2,2	1,0-1,5
г. Мозырь	5,9-4,0	2,7-2,3	1,1-1,2	1,4-1,4	1,2-1,2	1,1-1,5	1,1-1,0	0,8-0,8
Зап. Двина								

пгт. Сураж	1,4	1,4	1,0	1,4	0,9	0,8	0,9	0,8
г. Витебск	1,4-1,8	1,7-1,7	1,0-1,2	1,3-1,6	1,1-1,0	0,9-1,1	0,8-1,0	0,8-1,1
г. Полоцк	2,3-2,1	1,3-1,5	1,4-1,5	1,2-1,2	0,8-0,8	0,9-0,9	1,1-1,1	1,1-1,1
г. Новополоцк	2,8-2,0	1,7-1,4	1,1-1,3	1,0-1,1	0,8-0,9	0,8-0,9	1,1-1,2	1,1-1,2
г. Верхнедвинск	2,4-3,2	1,8-1,8	1,7-2,0	1,0-1,1	0,8-0,7	0,9-1,0	1,2-1,1	1,1
Неман								
г. Столбцы	1,0-1,4	1,3-1,7	1,1-1,2	0,9-1,0	1,0-1,1	0,7-0,9	0,8-1,0	0,9-1,0

Продолжение табл. 1.2

Река	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
г. Мосты	2,2-3,5	0,9-2,2	1,1-1,1	1,4-1,4	1,4-1,2	0,6-0,9	0,7-0,9	0,8-1,0
г. Гродно	2,4-2,1	1,7-2,2	1,2-1,5	1,2-1,5	1,2-1,4	0,8-1,1	0,9-1,1	0,7-1,0
Мухавец								
г. Кобрин	3,4-3,9	1,0-1,0	3,4-2,7	1,3-1,4	1,1-1,4	1,0-1,2	1,1-1,3	1,0-1,3
пгт. Жабинка	1,7-1,2	4,6-1,6	2,3-2,7	1,5-1,4	1,6-1,8	1,0-1,1	0,8-0,9	1,1-1,2
г. Брест	3,1-4,2	1,3-1,6	2,5-2,0	1,3-1,5	1,4-1,3	0,9-1,2	1,3-1,2	1,3-1,0

Примечание: данные по ИЗВ даны по створам: первая цифра – выше населенного пункта, вторая цифра – ниже населенного пункта, одна цифра – населенный пункт.

Как показали многолетние наблюдения, в республике естественный гидрохимический фон природных вод к настоящему времени превратился в природно-техногенный. Это означает, что содержание в водах макрокомпонентов, прежде всего сульфатов, хлоридов, натрия и калия, настолько превышает фоновые концентрации, что выходит за все существующие пределы природных колебаний.

Наиболее распространенными и неблагоприятными веществами, загрязняющими поверхностные водоемы Беларуси, являются нитритный, нитратный и аммонийный азот, легко окисляемые органические вещества, нефтепродукты и цинк.

Основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод

Процессы загрязнения поверхностных вод обусловлены различными факторами. К основным из них относятся: 1) сброс в водоем неочищенных сточных вод; 2) смыв ядохимикатов ливневыми осадками; 3) газодымовые выбросы; 4) утечки нефти и нефтепродуктов.

Наибольший вред водоемам и водотокам причиняет *выпуск* в них *неочищенных сточных вод* – промышленных, коммунально-бытовых, коллекторно-дренажных и др.

Промышленные сточные воды загрязняют экосистемы самыми разнообразными компонентами в зависимости от специфики отраслей

промышленности.

Коммунально-бытовые сточные воды в больших количествах поступают из жилых и общественных зданий, прачечных, столовых, больниц, и т. д. В сточных водах этого типа преобладают различные органические вещества, а также микроорганизмы, что может вызвать бактериальное загрязнение.

Огромное количество таких опасных загрязняющих веществ, как пестициды, аммонийный и нитратный азот, фосфор, калий и др., смываются с сельскохозяйственных территорий, включая площади, занимаемые животноводческими комплексами. По большей части они попадают в водоемы и в водотоки без какой-либо очистки, а поэтому имеют высокую концентрацию органического вещества, биогенных элементов и других загрязнителей.

Таблица 1.3

Приоритетные загрязнители водных экосистем по отраслям промышленности

Отрасль промышленности	Преобладающий вид загрязняющих компонентов
Нефтегазодобыча, нефтепереработка	Нефтепродукты, СПАВ, фенолы, аммонийные соли, сульфиды
Целлюлозно-бумажный комплекс, лесная промышленность	Сульфаты, органические вещества, лигнины, смолистые и жирные вещества, азот
Машиностроение, металлообработка, металлургия	Тяжелые металлы, взвешенные вещества, фториды, цианиды, аммонийный азот, нефтепродукты, фенолы, смолы
Химическая промышленность	Фенолы, нефтепродукты, СПАВ, ароматические углеводороды, неорганика
Горнодобывающая, угольная	Флотореагенты, неорганика, фенолы, взвешенные вещества
Легкая, текстильная, пищевая	СПАВ, нефтепродукты, органические красители, другие органические вещества

Значительную опасность представляют газо – дымовые соединения (аэрозоль, пыль и т. д.), оседающие из атмосферы на поверхность водосборных бассейнов и непосредственно на водные поверхности.

Огромны масштабы нефтяного загрязнения природных вод. Миллионы тонн нефти ежегодно загрязняют морские и пресноводные экосистемы при авариях нефтеналивных судов, на нефтепромыслах в прибрежных зонах, при сбросе с судов балластных вод и т. д.

Кроме поверхностных вод постоянно загрязняются и подземные воды, в первую очередь в районах крупных промышленных центров. Источники загрязнения подземных вод весьма разнообразны.

Загрязняющие вещества могут проникать к подземным водам различными путями: при просачивании промышленных и хозяйственно-бытовых стоков из хранилищ, прудов – накопителей, отстойников и др., по затрубному пространству неисправных скважин, через поглощающие скважины, карстовые воронки и т.д.

Следует также иметь ввиду, что загрязнение подземных вод негативно сказывается и на экологическом состоянии поверхностных вод, атмосферы, почв, других компонентов природной среды. Например, загрязняющие вещества, находящиеся в подземных водах могут выноситься фильтрационным потоком в поверхностные водоемы и загрязнять их.

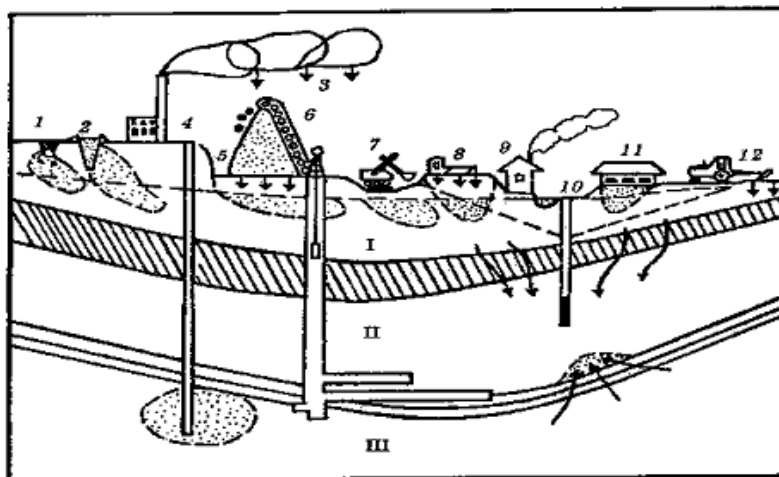


Рис. 13. Схема источников загрязнения подземных вод (по В. А. Шемелиной, 1989): I — грунтовые воды, II — напорные пресные воды, III — напорные соленые воды: 1 — трубопроводы, 2 — хвостохранилище, 3 — дымовые и газовые выбросы, 4 — подземные захоронения промстоков, 5 — шахтные воды, 6 — терриконы, 7 — карьерные воды, 8 — заправочные станции, 9 — бытовое загрязнение, 10 — водозабор, подтягивающий соленые воды, 11 — объекты животноводства, 12 — внесение удобрений и пестицидов

Нормирование водопотребления и водоотведения предприятий

Мероприятия по защите водных ресурсов от загрязнения определяются *нормами охраны вод*, т. е. установленными значениями показателей, содержание которых обеспечивает экологическое благополучие водных объектов и необходимые условия для охраны здоровья населения, культурно-бытового водопользования.

Система мер по охране вод *включает*:

Нормирование качества воды в водном объекте;
Регламентацию сброса нормированных веществ в водоемы с возвратными водами;

Регламентацию различных видов деятельности, влияющих на состояние вод;

Организационно – технические мероприятия, связанные с рационализацией водопользования, экспертизой объектов, контролем состава и свойств воды, эффективностью работы очистных сооружений и т. д.

Основные требования к водопотребителям определены действующим законодательством, «Правилами охраны поверхностных вод (Типовые положения)» (1991), «Санитарными правилами и нормами охраны поверхностных вод от загрязнения» (1989) и другими нормативными документами.

Нормирование качества воды водоемов проводится по категориям в зависимости от их назначения (хозяйственно – питьевого или культурно-бытового).

К первой категории относятся водные объекты или их участки, которые используются для хозяйственно-питьевого назначения или для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

Ко второй категории относятся водные объекты, используемые для культурно-бытового (коммунально-бытового) водопользования (спорт, купание, рекреация и пр.).

К рыбохозяйственному водопользованию относятся водоемы для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов. Они также подразделяются на категории (высшую, первую и вторую).

Нормы качества воды (установленные значения показателей состава и качества воды по видам ее использования), водных объектов включают общие требования к составу и свойствам воды для различных видов водопользования, а также величины ПДК нормированных веществ в воде.

ПДК – максимальные концентрации, при которых вещества не оказывают прямого или опосредованного влияния на состояние здоровья населения (при воздействии на организм в течение всей жизни) и не ухудшают гигиенические условия водопользования.

Для нормированных веществ установлены классы опасности (1-й класс – чрезвычайно опасные, 2-й – высокоопасные, 3-й – опасные, 4-й – умеренно опасные) в зависимости от токсичности, кумулятивности, способности вызывать отдаленные эффекты и лимитирующего показателя

вредности.

Согласно действующему законодательству, в водоемы могут сбрасываться только нормативно-очищенные сточные воды – сточные воды, отведение которых после очистки в водные объекты не приводит к нарушению норм качества воды в контролируемом створе (поперечном сечении потока, в котором контролируется качество воды) или пункте водопотребления.

Условия отведения сточных вод в водоемы определяются с учетом степени смешения стоков с водой водного объекта в контрольном створе и фонового состава и свойств воды водных объектов в местах выпуска сточных вод. На основании расчетов для каждого выпуска возвратных вод устанавливаются предельно допустимые сбросы (ПДС) веществ в водные объекты.

Таблица 1.4

Общие требования к составу и свойствам воды для различных категорий водопользования

Показатели	Категория водопользования	
	для централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и для пищевых предприятий	для купания, спорта и отдыха населения, а также водосемы в черте населенных мест
1	2	3
Взвешенные вещества	Содержание увеличивается не больше, чем на 0,25 мг/дм ³	Содержание увеличивается не больше, чем на 0,75 мг/дм ³
Плавающие примеси (вещества)	На поверхности не должно быть пленок, пятен минеральных масел, скопления других примесей	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
	20 см	10 см
Температура	Летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Водородный показатель рН	Не должен выходить за пределы 6,5 – 8,5	
Минеральный состав	Не должен превышать по сухому остатку 1000 мг/дм ³ , в том числе хлоридов 350 мг/дм ³ , сульфатов 500 мг/дм ³	
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм ³ в любой период года в пробе, отобранной до 12 часов дня	
БПК ₅	Не более 3,0 мгО ₂ /дм ³ при 20 °С	Не более 6,0 мгО ₂ /дм ³ при 20 °С
ХПК	Не более 15 мгО ₂ /дм ³	Не более 30 мгО ₂ /дм ³
Возбудители заболеваний		

Лактозоположительные кишечные палочки (ЛКП)	Не более 10 000 в дм^3	Не более 5 000 в дм^3
Колифаги (в бляшкообразующих единицах)	Не более 100 в дм^3	Не более 100 в дм^3
Жизнеспособные яйца гельминтов, онкосферы тениид, цисты патогенных простейших	Не должны содержаться в 1 дм^3	
Химические вещества	Не должны содержаться в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	

Предельно-допустимый сброс представляет собой массу вещества в сточных водах, максимально допустимую к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. ПДС устанавливается с учетом ПДК веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды.

Ассимилирующая способность водного объекта – это способность водного объекта принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования.

Таблица 1.5

ПДК некоторых веществ в воде водоемов различного назначения

Наименование вещества	ПДК или ОДУ	Лимитирующий показатель вредности	ПДК, мг/л	Класс опасности
1	2	3	4	5
Адипат натрия	ПДК	с.-т.	1,0	3
Аммиак (по азоту)	То же	с.-т.	2,0	3
Аммония сульфат (по азоту)	–"	орг.	1,0	3
Ацетон	–"	общ.	2,2	3
Бензол	–"	с.-т.	0,5	2
Дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ)	–"	с.-т.	0,1	2
2-Меркаптбензотиазол (Каптакс)	–"	орг., зап.	5,0	4
Тиурам Д	–"	с.-т.	1,0	2
Тиурам Е	–"	орг., зап.	Отсут.	1
Нефть многосернистая	–"	орг., плен.	0,1	4
Нефть прочая	–"	орг., плен.	0,3	4

Весьма важным показателем состояния водных объектов является

содержание в воде растворенного кислорода, количество которого может быть существенно уменьшено в результате окисления загрязняющих воду веществ. Содержание в воде кислорода оценивается величинами биологического потребления кислорода *БПК* на 1, 2, 5, ...*n* сутки и, соответственно обозначается *БПК₁*, *БПК₂*, *БПК₅*, ...*БПК_n* и химической потребностью в кислороде - *ХПК*, т.е. количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде, мг O_2 /мг вещества.

Принципиальная разница между ПДВ в воздушную среду и ПДС в водную состоит в том, что помимо рассеивания (в воздухе) и разбавления (в воде), в водоисточнике действуют также процессы самоочищения, тогда как в воздушной среде под воздействием влаги, низкой температуры или солнечного излучения возникают фотохимические эффекты, ведущие к формированию сложных и высокотоксичных соединений, усиливающих отрицательное влияние загрязнителей на организм живых существ, включая в первую очередь – человека.

2. Словарь понятий

Гидросфера – водная оболочка земли, расположенная между атмосферой и литосферой.

Зоны конвергенции – зоны схождения теплых и холодных поверхностных течений.

Зоны дивергенции – расхождения поверхностных течений, которые образуются в результате неравномерного распределения скоростей поверхностных ветровых потоков и плотности воды.

Загрязнением водоемов – снижение биосферных функций и экологического значения водоемов в результате поступления в них вредных веществ.

Нормы охраны вод – установленные значения показателей, содержание которых обеспечивает экологическое благополучие водных объектов и необходимые условия для охраны здоровья населения, культурно-бытового водопользования.

ПДК – максимальные концентрации, при которых вещества не оказывают прямого или опосредованного влияния на состояние здоровья населения (при воздействии на организм в течение всей жизни) и не ухудшают гигиенические условия водопользования.

Предельно – допустимый сброс (ПДС) – масса вещества в сточных

водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

3. Материалы, используемые в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 1) Строение гидросферы
- 2) Характеристика водопотребления
- 3) Загрязнение гидросферы
- 4) Нормирование водопотребления и водоотведения предприятий

3.2. Задание к практическому занятию

Подсчет убытков при сбросе сточных вод с содержанием тяжелых металлов в природные водоемы

Цель работы: изучить методику и рассчитать величину убытков от загрязнения водных объектов соединениями тяжелых металлов с учетом категории водного объекта

Общие сведения

Величина убытков от загрязнения водных объектов ионами тяжелых металлов с учетом категории водных объектов определяется по формуле:

$$U_i = Z_i \cdot K_{кат} \quad (1),$$

где U_i , – величина убытков от загрязнения водного объекта ионами i -го тяжелого металла с учетом категории водного объекта, у.е.;

$K_{кат}$ – коэффициент зависящий от категории водного объекта в который сбрасываются загрязняющие вещества, определяется по таблице 3.2.1,

Z_i , – величина убытков от загрязнения водных объектов i -ым загрязняющим веществом, у.е.

Табл. 3.2.1

Зависимость коэффициента $K_{кат}$ от категории водного объекта, в который сбрасываются загрязняющие вещества

Категория водного объекта	$K_{кат}$
---------------------------	-----------

Поверхностные водоемы и водотоки, используемые для рыбохозяйственных целей, децентрализованного или нецентрализованного хозяйственного питьевого водоснабжения населения, а также водоснабжения пищевых предприятий	1,1
Другие водные объекты	0,6

Величина убытков от загрязнения водных объектов i -ым загрязняющим веществом определяется в зависимости от массы загрязняющего вещества по следующей формуле:

$$Z_i = r \cdot M_i \quad (2)$$

Тогда формула (1) примет вид:

$$Y_i = r \cdot M_i \cdot K_{кат} \quad (3)$$

где r – множитель, учитывающий уровень цен и услуг, численное значение которого равно 380 у. е./усл. т.;

M_i , – приведенная масса сбрасываемых загрязняющих веществ в данный водный объект, усл.т.:

$$M_i = A_i \cdot m_i \quad (4)$$

где A_i – показатель относительной опасности сброса i -го загрязняющего вещества, усл.т/т.

Численное значение показателя относительной опасности (агрессивности) загрязняющего вещества A_i приведено в табл. 3.2.2 и определяется по формуле:

$$A_i = \frac{1}{ПДК_i} \quad (5)$$

Табл. 3.2.2

Определение показателя относительной опасности ионов металлов,

А

№	Наименование ионов металлов	Показатель относительной опасности A , (усл. Т/т)
1	Алюминий (Al)	2
2	Бериллий (Be)	5000
3	Ванадий (V)	1000
4	Висмут (Bi)	10
5	Вольфрам (W)	1250,0
6	Железо (Fe)	10,0
7	Кадмий (Ca)	1000
8	Кобальт (Co)	100
9	Литий (Li)	33,3
10	Магний (Mg)	25
11	Марганец (Mn)	100

12	Молибден (Mo)	4
13	Медь (Cu)	1000
14	Мышьяк (As)	20
15	Никель (Ni)	100
16	Натрий (Na)	0,008
17	Ртуть (Hg)	2000
18	Роданид (O)	10
19	Свинец (Pb)	33
20	Хром шестивалентный (Cr)	
	Хром трехвалентный (Cr)	1000
21	Цинк (Zn)	
		2
22		100

Общая масса сброшенного i -го вида загрязняющего металла m_i , [т] определяется по формуле:

$$m_i = V_i \cdot (C_{i\text{факт}} - ПДК_i) \cdot 10^{-6} \quad (6)$$

где V_i – объем сточных вод с повышенным содержанием определяемого иона металла, м³;

$C_{i\text{факт}}$ – средняя за период сброса концентрация i -го иона металла, мг/л;

$ПДК_i$ – предельно – допустимая концентрация i -го иона металла, мг/л.

Пример расчета

Предприятием сброшено в водоем рыбохозяйственного значения 500 м³ сточных вод с концентрацией ионов меди 0,5 мг/л. Определить ущерб от сброса в водный объект ионов тяжелых металлов с учетом его категории.

1. Находим по табл. 3.2.2 показатель относительной опасности для сброса ионов меди:

$$A_{Cu} = 1000 \text{ усл. т/т}$$

1. Определяем по формуле (6) массу сброшенных ионов меди:

$$m_{Cu} = 500 \cdot (0,5 - 0,001) \cdot 10^{-6} = 0,00025 \text{ т}$$

2. Приведенная масса сброшенных ионов меди рассчитывается по формуле (4):

$$M_{Cu} = 1000 \cdot 0,00025 = 0,25 \text{ усл. т.}$$

3. По табл. 3.2.1 определим к какой категории принадлежит данный водоем и найдем значение коэффициента $K_{кат}$:

$$K_{кат} = 1,1$$

4. Величина убытка от загрязнения водного объекта ионами меди с учетом категории водного объекта по формуле (3) составит:

$$Y_{Cu} = 380 \cdot 0,25 \cdot 1,1 = 104,5 \text{ y.e.}$$

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методикой подсчета убытков от загрязнения водных объектов соединениями тяжелых металлов.
2. Получение исходных данных по загрязнению водного объекта.
3. Расчет и составление отчета по лабораторной работе.

Порядок оформления лабораторной работы

1. Название работы
2. Цель работы
3. Условие задания
4. Расчет убытков от загрязнения водных объектов соединениями тяжелых металлов
5. Выводы по работе

Контрольные вопросы к практической работе

1. Как рассчитывается величина убытков от загрязнения водных объектов ионами тяжелых металлов с учетом категории водных объектов, Y_i ?
2. Что такое $K_{кат}$?
3. Что такое V_i понимаете под термином «величина убытков от загрязнения водных объектов i -ым загрязняющим веществом»?
4. Как рассчитывается величина убытков от загрязнения водных объектов i -ым загрязняющим веществом, Z_i ?
5. Что такое r ?
6. Как рассчитывается приведенная масса сбрасываемых загрязняющих веществ в данный водный объект, M_i ?
7. Что такое A_i ?
8. Что такое $ПДК_i$?
9. Как зависит A_i от $ПДК_i$?
10. Как определяется общая масса сброшенного i -го вида загрязняющего металла, m_i ?

Варианты заданий к практической работе

Предприятием сброшено в водоем X (назначение) V_i , м³ сточных вод с концентрацией ионов $I - C_i$, мг/л. Определить ущерб от сброса в водный объект ионов тяжелых металлов с учетом его категории.

Таблица 3.2.3

Данные к практическому заданию

№ варианта	I	X	$C_i, \text{мг/л}$	$V_i, \text{м}^3$
1	железо	200	0,8	Рыбохозяйство
2	свинец	10000	0,12	Питьевого
3	вольфрам	8500	0,35	Водосн. пищ. предпр.
4	железо	400	0,9	Рыбохозяйство
5	ванадий	300	0,35	Питьевого
6	висмут	400	0,8	Водосн. пищ. предпр.
7	железо	600	1,0	Рыбохозяйство
8	никель	1000	1,1	Общего
9	вольфрам	10000	0,25	Питьевого

Продолжение табл. 3.2.3

№ варианта	I	X	$C_i, \text{мг/л}$	$V_i, \text{м}^3$
10	вольфрам	8500	0,35	Общего
11	цинк	750	1,53	Общего
12	свинец	10	2,3	Питьевого
13	хром (6 в)	450	0,8	Общего
14	хром (3 в)	450	1,2	Водосн. пищ. предпр.
15	литий	600	0,9	Рыбохозяйство
16	никель	1000	1,1	Общего
17	марганец	800	1,3	Общего
18	Кобальт	400	1,9	Рыбохозяйство
19	железо	800	1,2	Общего
20	свинец	600	1,2	Общего
21	ванадий	200	0,5	Общего

Литература:

1. Виноградов М.Е. Эль – Ниньо разрушает экосистему прибрежных вод // Природа. 1975. № 1. С. 32 – 37.
2. Зайцев Ю.П. Жизнь морской поверхности. Киев: Наукова думка, 1974. 110 с.
3. Львович М.И. Вода и жизнь (водные ресурсы, их потребление и охрана). М.: Мысль, 1986. 254 с.

МОДУЛЬ 5 ЛИТОСФЕРА ВВЕДЕНИЕ

Данная тема посвящена изучению земельного фонда планеты. В ней рассматриваются почвенные и территориальные ресурсы Республики Беларусь, уровень и эффективность использования сельскохозяйственных земель. В модуле изучаются вопросы ветровой и водной эрозия, осушения заболоченных земель, опустынивания. Раздел рассматривает вопросы использования и экономии минеральных ресурсов. В модуле изложены вопросы почвенных и территориальных ресурсов Республики Беларусь.

Схема изучения нового материала

Тема занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
1. Понятие литосфера	Изучение нового материала	Лекция	2
2. Качественный и количественный анализ содержания тяжелых металлов в промышленных стоках.	Углубление и систематизация знаний	Практическое занятие	2

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Понятие литосферы

Под литосферой понимается внешняя оболочка «твердой» Земли, расположенная ниже атмосферы и гидросферы над астеносферой. Мощность литосферы изменяется от 50 км (под океанами) до 100 км (под материками). Ее верхняя, менее плотная и менее упругая оболочка называется земной корой, нижняя (подстилающая) – субстратом, входящим в состав верхней мантии.

Границей между земной корой и субстратом служит поверхность Мохоровичича. Скорость продольных сейсмических волн при переходе через эту поверхность сверху вниз возрастает скачкообразно с 6,7 – 7,6 до 7,9 – 8,2 км/сек, а поперечных – с 3,6 – 4,2 до 4,4 – 4,7 км/сек. Плотность вещества также увеличивается скачкообразно с 2,9 – 3,0 до 3,1 – 3,5 т/м³.

Земная кора различна на материках и под океанами. Материковая кора состоит из материка, шельфа, материкового склона и материкового подножья. Ее средняя мощность около 34 км, а максимальная (в горных

странах) до 75 км. Она разделяется на *три слоя*: осадочный, гранитный и базальтовый.

Осадочный слой (средняя плотность $2,4 - 2,5 \text{ т/м}^3$), мощностью до нескольких километров, состоит из разновозрастных измененных или неизмененных осадочных и вулканических пород, которые нередко разорваны, смяты в складки или смещены по разрывам. В образовании осадочного слоя большую роль сыграли живые организмы, похоронив себя в «былых биосферах».

Гранитный слой (средняя плотность $2,7 \text{ т/м}^3$), мощностью 1 – 17 км, является главным в материковой коре. Он состоит из гранитов, гнейсов, кварцитов и других «кислых» горных пород со значительным участием (больше 60 %) в их составе кремнезема SiO_2 . Гранитный слой на щитах выходит на поверхность.

Нижний базальтовый слой, мощностью 15 – 20 км, плотный в земной коре (средняя плотность $2,9 \text{ т/м}^3$), включает в себя базальты, габбро и другие основные горные породы с пониженным содержанием кремнезема (40 – 50 %) и повышенным – оксидов металлов. Гранитный и базальтовый слои разделены поверхностью Конрада, при переходе которой сейсмическими волнами скорость их прохождения возрастает скачкообразно от 6 (в гранитном слое) до $6,5 - 7,2 \text{ км/с}$ (в базальтовом).

Океаническая земная кора имеет толщину до 5 – 10 км. Она находится под морскими водами, если их глубина больше 3,5 км, и также подразделяется на *три слоя*: верхний (не менее 1 км) – осадочный, средний – в основном базальтовый, и нижний – сложенный габбро и серпентинитами – ультраосновными породами с содержанием кремнезема менее 40 %. Субстрат верхней мантии, располагающийся на астеносфере, представляет собой своеобразную жесткую платформу, на которой в результате геологического развития Земли образовалась земная кора. С глубиной температура горных пород повышается и в верхней мантии под материковой корой она предполагается близкой к $600 - 700 \text{ }^\circ\text{C}$. В астеносфере, нижняя граница которой находится на глубинах 250 – 350 км, температура, по всей видимости, близка к точке плавления ($1500 - 1600 \text{ }^\circ\text{C}$). По этой причине вязкость вещества здесь сильно понижена по сравнению с литосферой и более глубокими слоями мантии. Астеносфера – основной очаг образования магмы. В ней происходит медленное перемещение разогретого до плавления вещества, которое служит предполагаемой причиной вертикальных и горизонтальных движений

литосферы.

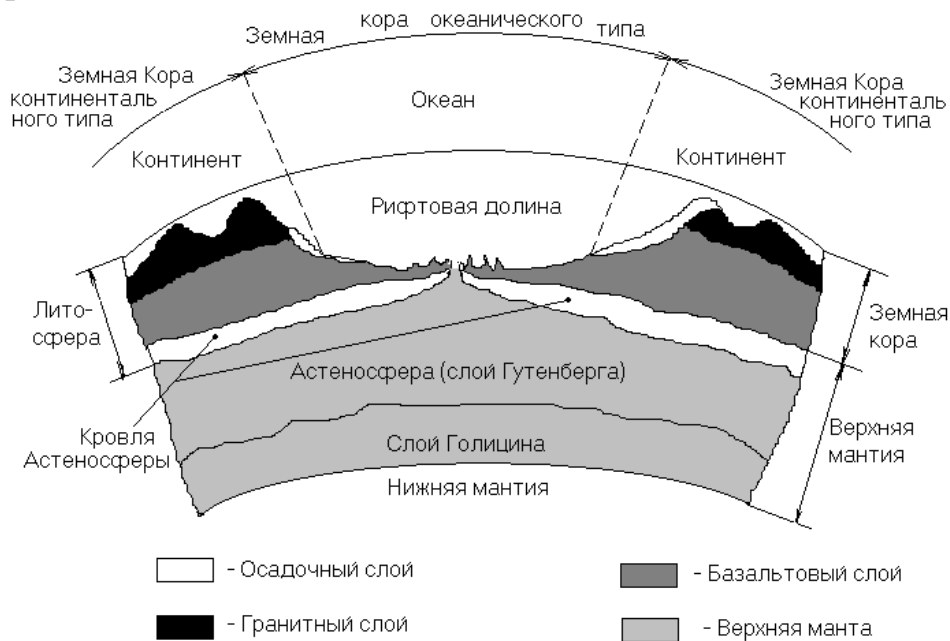


Рис.1.1. Структура литосферы

Земная кора, представляющая собой хрупкую оболочку, разбита на отдельные геологически разновозрастные, более и менее активные глыбы, которые подвержены постоянным движениям, как вертикальным, так и горизонтальным. Крупные (несколько тысяч километров в поперечнике), относительно устойчивые глыбы земной коры с низкой сейсмичностью и слабо расчлененным рельефом получили название **платформ** (от фр. plat – *плоский* и form – *форма*). Они имеют кристаллический складчатый фундамент и разновозрастной осадочный чехол. В зависимости от возраста *платформы* делятся на древние (докембрийского) и молодые (палеозойского и мезозойского возраста). Древние платформы являются ядрами современных континентов, общее вздымание которых сопровождалось более быстрым поднятием (антеклиза) или опусканием (синеклиза) их отдельных структур (щиты и плиты).

Существовавшая до 60-х гг. XX века гипотеза фиксизма (от лат. fixus – *твердый, неизменный, закрепленный*) утверждала постоянное (фиксированное) положение континентов на поверхности Земли и главенствующее значение вертикальных движений в развитии земной коры. Согласно этой гипотезе, складчатость горных слоев – результат постепенного уменьшения (контракции) объема Земли в результате ее длительного охлаждения.

Земная кора находится в положении изостазии (от греч. isosta'sios –

равный по весу) – в равновесном состоянии, при котором «плавающие» по астеносфере глыбы, в том числе платформы, взаимно уравнивают друг друга. Вздвигание одних областей вызывает опускание других, и наоборот. Крупные прогибы земной коры с мощной толщей морских осадков получили название *геосинклиналей* или *геосинклинальных складчатых поясов*, которые в современном лике Земли представлены горными системами, образование которых связано, согласно контракционной гипотезе, с уменьшением объема Земли (рис.1.2.). В соответствии с гипотезой фиксизма причина разделения земной коры на платформы и геосинклинали заключена в пространственно неравномерном протекании глубинных процессов в астеносфере и, возможно, нижней мантии (неравномерный разогрев вещества и горизонтальное перемещение его масс).

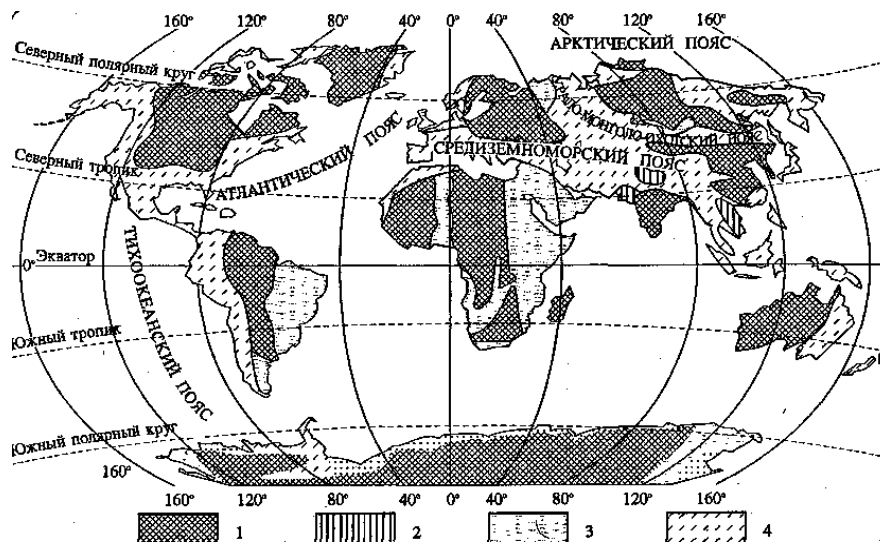


Рис. 1.2. Геосинклинальные пояса и древние платформы:

- 1 – древние платформы и крупные срединные массивы с раннедокембрийским фундаментом;
- 2 – срединные массивы с ранне- или позднедокембрийским фундаментом;
- 3 – части геосинклинальных поясов, испытавшие складчатость и консолидацию в конце протерозоя – начале палеозоя;
- 4 – геосинклинальные пояса, развивавшиеся от позднего протерозоя до кайнозоя включительно

Глубинные тектонические процессы, приводящие к изменению как соотношения океанов и суши, так и морфологии континентов, во многом определяли физико – географические условия на Земле в течение ее длительного геологического развития как планеты. Естественно, они отразились на эволюции биосферы.

Каждая географически обособленная территория имеет характерную

для нее *биоту*, т.е. присущий ей набор растений и животных – флору и фауну. Причем ведущим компонентом биоты выступает флора, слагающая все растительные сообщества данной территории и обеспечивающая животное население пищевыми ресурсами. Фауна является ведомым компонентом, так как за флористическими изменениями обязательно следуют изменения в видовом разнообразии животных.

Состав флоры и фауны любой территории формируется в результате взаимосвязи и взаимодействия *трех основных факторов* – эволюции, миграции и вымирания, частичного или полного, видов. Мигрирующие организмы могут оказаться в географической изоляции, которая приведет к формированию флор и фаун, включающих определенное количество эндемиков. Медленная миграция, как правило, сопровождается эволюционными изменениями. Эволюция также не бывает без миграции организмов. Медленный и постепенный процесс вымирания может принимать катастрофический характер вследствие резких изменений физико – географической обстановки, приводя к уничтожению целых флор и фаун. Эти обстоятельства, действующие совместно и одновременно, знаменуют новый этап в эволюции биосферы.

В расселении организмов и формирования биот важную роль сыграли глобальные палеогеографические факторы, прежде всего размер и морфология суши и океанов, которые определились тектоническими процессами в литосфере.

Согласно *гипотезе фиксизма*, т.е. относительно постоянного расположения материков и океанов, в течение всей геологической истории Земли и эволюции биосферы изменялся только уровень Мирового океана, за которым следовали его трансгрессии и регрессии. Соответственно флора и фауна суши оставляла затопляемые низменности и заселяла их вновь после осушения.

Фиксизм не исключает перемещения биоты как результата изменения местоположения полюсов оси вращения Земли и не противоречит существованию в геологическом прошлом современной зональности климата. Смещение полюсов сопровождалось перемещением природных зон.

Сходство флор и фаун различных континентов и островов можно объяснить также наличием сухопутных переходов между ними – «мостов суши». В частности, сходство биот Северной Америки и Евразии, согласно этой гипотезе, является следствием миграций растений и животных по Беренгии, занимавшей северную часть Тихого океана и соответствующую

южную часть Северного Ледовитого океана, или существования Северной Атлантиды. Некоторое родство биот Южной Америки и Африки объяснялось нахождением между ними гипотетического материка Южная Атлантида, а Африки, Южной Азии и Австралии – Лемурии.

Современная *теория мобилизма* (лат. mobilis – *подвижный*) – движения литосферных плит, сменившая фиксизм, не отрицает возможности расселения организмов после регрессий моря, в результате изменения положения оси вращения Земли и появления «мостов суши». Однако она позволяет объяснить формирование лика Земли, определившего развитие биосферы.

Вначале гипотеза мобилизма предполагала дрейф только континентов. Ориентируясь на сходство очертаний береговой линии материков, в частности Южной Америки и Африки, А. Вегенер (1925) путем сближения до наилучшего совпадения очертаний их окраин реконструировал единый суперконтинент Пангею, который существовал в начале мезозоя. Огромные разломы разорвали этот единый суперконтинент на отдельные, ныне существующие материки, на месте раздвижения которых образовались океаны.

Аргументами в пользу дрейфа материков служили также окаменелые остатки представителей древних флор и фаун, особенности геологического строения береговых районов, палеоклиматические данные (покровные оледенения) и некоторое сходство современных флор и фаун материков. К 50-м гг. эта гипотеза, которая не могла объяснить причину образования разломов и раздвижения материков, была практически забыта.

Современный вариант мобилизма получил название «новая глобальная тектоника» или «тектоника литосферных плит». Возрождение этой концепции, основывающейся на результатах изучения рельефа дна, магнитных полей океанов и на данных палеомагматизма, связано с именем американского геолога Г. Хесса. Ее основные положения в настоящее время разделяются большинством ученых и специалистов.

Согласно новой глобальной тектонике, литосфера, включая верхнюю мантию, «разломана» на литосферные плиты – глыбы материковой коры с припаянными к ним обширными участками океанической коры, крупнейшими из которых являются Евроазиатская, Североамериканская, Южноамериканская, Африканская, Индийская, Антарктическая и Тихоокеанская (рис.1.3.). Эти плиты, кроме Тихоокеанской, несут на себе континенты. Кроме того, существуют плиты меньшей размерности.

Причина перемещения литосферных плит заключена в обмене

веществом между верхней и нижней мантией в результате конвекционных (от лат. *convectio* – *принесение, доставка*) течений, образующих замкнутые ячейки, имеющие горизонтальные размеры в несколько тысяч километров.

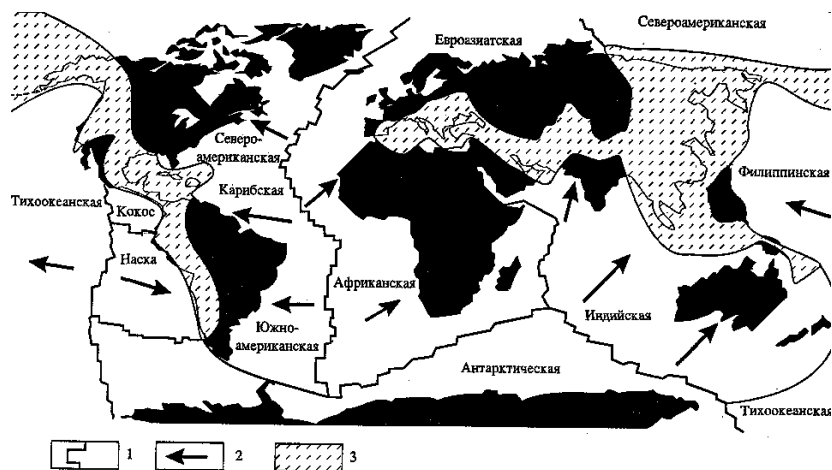


Рис. 1.3. Основные литосферные плиты Земли:

1 – оси раздвижения плит; 2 – направление движения плит;
3 – планетарные пояса сжатия

Плиты расходятся от срединно – океанических хребтов к молодым складчатым поясам – Альпийско – Гималайскому и Циркумтихоокеанскому. Причина этого расхождения заключена в том, что именно под срединно – океаническими хребтами происходит подъем разогретого вещества мантии, который раздвигает по обе стороны от оси хребта ранее вынесенную породу, образуя «щель» – рифт. Аналогичные рифты образуются и под материками, стремясь расколоть их на отдельные глыбы, например в Восточной Африке.

Процесс раздвигания океанического дна получил название *спрединга*. Для каждого участка срединно – океанических хребтов скорость раздвигания непостоянна и изменяется от 2 – 4 см/год (Атлантический океан) до 17 – 18 см/год (Тихий океан). При раздвигании океанического дна происходит перемещение континентов вместе с литосферными плитами.

Движущиеся плиты сталкиваются в планетарном поясе сжатия, образуя горные пояса в результате коробления краев континентов. В зоне глубоководных желобов в этом поясе сжатия происходит подвиг (субдукция) океанической, более тяжелой коры, под континентальную, менее тяжелую, т.е. континентальная кора вместе с нижележащим слоем

литосферы уходит под материки в менее вязкую астеносферу. Погружаясь глубже в недра Земли, она образует нисходящую ветвь конвективного движения вещества в мантии. Однако на некоторых разломах перемещение плит происходит только горизонтально, без существенного раздвижения или надвигания.

Погружающаяся в мантию океаническая кора переплавляется, слагающие ее породы теряют воду, металлы, часть кремнезема и другие подвижные соединения и элементы. Более тяжелые вещества опускаются вместе с нисходящей ветвью конвективной ячейки, легкие (магма, богатая водой и кремнеземом) – поднимаются на поверхность наползающего края плиты, формируя вулканические цепи островных дуг и континентальных окраин.

Наиболее очевидным проявлением протекающих в литосфере процессов является *вулканизм* и *землетрясения*, приуроченные к сейсмическим зонам, которые совпадают в океанах со срединно – океаническими хребтами и рифтами, на материках – с поясом сжатия.

Сторонники глобальной тектоники плит считают, что конвекционные ячейки в мантии существуют 200 – 300 млн. лет, после чего происходит их перестройка. Конвекционные циклы совпадают с тектоническими циклами. Главным процессом, определяющим эти эволюции Земли, является *плотностная дифференциация первичного вещества планеты*, приведшая к выделению тяжелого ядра и образованию ее геосфер (Сорохтин, 1974). Раскол единого материка Пангеи, существовавшего в начале мезозоя, начался в триасе, не менее 200 млн. лет назад. Пангея вначале была разделена широтным рифтом на два материка: северный – Лавразию и южный – Гондвану.

С этим широтным рифтом связано образование океана Тетис, который сыграл большую роль в изоляции флор и фаун Северного и Южного полушарий: его положение часто совпадало с тропическим поясом, являвшимся непреодолимым географическим барьером для биоты менее теплых климатических зон. Именно с этого времени началась палеонтологическая летопись цветковых растений и млекопитающих.

Движение литосферных плит и образование океанов привели к географической изоляции биот материков в разное геологическое время. Гондвана распалась раньше, и длительная географическая изоляция Австралии, Африки и Южной Америки стала причиной их биотического своеобразия, которое определялось эволюционным процессом именно на этих территориях. Причем климатические условия этих континентов

Южного полушария как в прошлом, так и сейчас идентичны.

Распад Лавразии, который произошел гораздо позднее, обусловил близкородственность биоты Евразии и Северной Америки. Разъединение континентов в Северном полушарии сопровождалось их движением к северу на фоне общего похолодания, особенно в антропогене, флора цветковых растений и фауна млекопитающих должны были приспособливаться к более холодному, чем в Южном полушарии, климату. По этой причине биота Северной Америки и Евразии столь непохожа на биоту континентов в Южном полушарии.

Рассмотренные научные концепции фиксизма и мобилизма с разных позиций объясняют происхождение и развитие основных морфоструктур континентов, определяющих планетарное строение биосферы. Под *морфоструктурами* в физической географии понимаются крупные подразделения рельефа земной поверхности, в формировании которых ведущая роль принадлежала эндогенным процессам, протекающим в литосфере. Самые крупные, планетарные морфоструктуры (материки и впадины океанов, переходные зоны между ними, горные системы) расчленяются на меньшие по размерности (хребты, возвышенности, плоскогорья, равнины, низменности, впадины и др.) отражающие особенности их геологического развития.

Строение континентов имеет некоторые закономерности, связанные с геологической историей литосферы. Так, на каждом континенте обязательно есть горная система субмеридионального или меридионального простирания. В Северной Америке – это Кордильеры, Южной – Анды, Австралии – Большой Водораздельный хребет, Африке – система хребтов и нагорий от Драконовых гор на юге до Эфиопского нагорья на севере, в Азии – Верхоянский хребет, на границе Азии и Европы – Уральские горы. В Восточном полушарии названные горные системы располагаются на востоке континентов, в Западном – на западе. В Евразии находится величайшая Альпийско – Гима-лайская горная система субширотного простирания от Атлантического до Тихого океана. Далее каждый континент обязательно имеет обширную равнину или низменность: в Северной Америке – центральные равнины бассейна Миссисипи, Южной – Амазонская низменность, Австралии – Большой Артезианский бассейн, Африке – бассейн Конго, Европе – Восточно – Европейская равнина, Азии – Западно – Сибирская низменность. Помимо этого на каждом континенте есть одно или несколько среднегорий либо плоскогорий, среди них Аппалачи в Северной Америке, Бразильское

плато – в Южной Америке, Макдонелл, Масгрейв и другие – в Австралии, Тибести, Ахаггар, Дарфур – в Африке, Скандинавские горы – в Европе, Восточно – Сибирское плато в Азии. Приведенными среднегорьями и плато не исчерпывается все их разнообразие на континентах.

Под воздействием внешних, экзогенных, факторов (текущих вод, ветра, снежного и ледникового покрова, температуры и др.) земная поверхность расчленяется на *морфоскульптуры* – мелкие формы рельефа (речные долины, овраги, дюны, котлованы выдувания, холмы, гряды, карстовые воронки и др.). Морфоскульптура оказывает значительное влияние на состав биоты экосистем не только в горных странах, но и на равнинных территориях, внося изменения в климатические, гидрологические и другие условия ее существования.

Основная масса организмов, обитающих в литосфере, сосредоточена в пределах ее верхнего, почвенного слоя, глубина которого не превышает нескольких метров. Именно эта поверхностная «пленка» литосферы характеризуется наибольшим разнообразием горных пород и геохимической неоднородностью.

Почвы образовались в результате взаимодействия минеральных веществ, возникших при разрушении горных пород, и органических – продуктов жизнедеятельности и разрушения организмов в климатических условиях, свойственных той или иной территории. Почвы во многом унаследовали химический состав материнских горных пород.

Отдельные области или районы суши, характеризующиеся преобладанием одних элементов и недостатком других, называются *геохимическими провинциями*. Основой выделения геохимической провинции является отклонение содержания элементов в земной коре от среднего значения (кларка). Чем больше эти отклонения, тем резче выражена та или иная геохимическая провинция. Отсутствие или содержание в незначительном либо чрезмерном количестве какого-либо элемента вызывает биохимические эндемии – специфические заболевания растений, животных и человека. Такие области на поверхности Земли, различающиеся по содержанию в почвах, водах и осадочных отложениях химических элементов или их соединений, с которыми связаны биогеохимические эндемии у растений, животных и человека, получили название биогеохимических провинций. Биогеохимические провинции могут быть образованы одним или несколькими химическими элементами.

Провинции объединяются в биогеохимические регионы,

включающие, как правило, территории одной или нескольких, близких по своим географическим условиям, природных зон. В этих регионах они распространены в виде отдельных пятен, занимающих в ряде случаев большие площади. В таежно-лесном нечерноземном регионе биохимические провинции связаны с недостаточностью йода, кальция, меди, кобальта, цинка, фосфора и других элементов, которые в условиях обильного увлажнения легко вымываются из почвенного покрова. Для этого региона характерны зоб у человека (недостаток йода), истощение и болезни костно-суставной системы у домашних животных (недостаток кальция и фосфора) и другие эндемии.

В лесостепном и степном черноземном регионе заболевания и биологические реакции человека и биоты, характерные для таежно-лесного региона, не встречаются, так как большинство необходимых элементов находится в достаточном количестве. В сухостепном, полупустынном, пустынном регионе биологические реакции организмов связаны с повышенным содержанием натрия, кальция, хлоридов, сульфатов, бора и недостатком меди, йода и марганца. В частности, недостаток меди, избыток молибдена и сульфат-иона SO_4^{2-} вызывают заболевания центральной нервной системы, нарушение координации движения у молодняка домашнего скота. Биохимические провинции горных регионов разнообразны и определяются изменяющейся концентрацией и соотношением многих химических элементов.

Биогеохимические провинции могут иметь интразональный характер и возникать на фоне концентрации элементов в зонах геохимических аномалий различного происхождения (отложение солей, наличие рудных месторождений и т.д.). Например, на территории Белорусского Полесья (водосбор р. Припяти), принадлежащего к таежно-лесному нечерноземному региону, в зонах разгрузки напорных вод мергельно – мелового водоносного горизонта образовались почвы с карбонатно-кальциевым (лугово – мергелистым) горизонтом. Мезофитные злаки и разнотравье в условиях избытка кальция приобрели несвойственные им признаки – опушенный укороченный стебель и деформированные листья (Киселев, 1987).

Биогеохимические провинции имели существенное значение в эволюции жизни на Земле, участвуя в естественном отборе организмов и в формировании жизненных форм представителей флоры и фауны.

2. Значение почвы для биосферы

1. Почва служит средой обитания для микроорганизмов, животных и растений;
2. Человек получает почти все для своего существования;
3. Имеет санитарно – гигиеническое и медицинское значение;
4. В почве непрерывно происходит процесс биогенного накопления, трансформации и перераспределения энергии, поступающей от солнца;
5. Поддержание на земле общемирового круговорота химических элементов.

Общая площадь земли Беларуси составляет 20,76 млн. га. На долю продуктивных земель приходится примерно 86 % этой площади, немногим более 6 % – на земли, отведенные под дороги, постройки, торфоразработки и прочее, и около 8 % – на так называемые неиспользуемые земли (болота, кустарники, пески).

Экологическая функция литосферы выражается в том, что она является «базовой подсистемой биосферы: образно говоря, вся континентальная и почти вся морская биота опирается на земную кору. Например, техногенное разрушение минимального слоя горных пород на суше или шельфе автоматически уничтожает биоценоз. Но кроме того, литосфера служит основным поставщиком минерально – сырьевых и в том числе энергетических ресурсов, большая часть которых относится к невозобновимым» (Епишин, 1985).

Воздействия на литосферу

Рассмотрим техногенные изменения следующих основных составляющих литосферы:

- 1) почв;
- 2) горных пород и их массивов;
- 3) недр.

Почва – один из важнейших компонентов окружающей природной среды. Все основные экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе – *почвенном плодородии*. Выращивая урожай, человек частично или полностью размыкает биологический круговорот веществ, нарушает способность почвы к саморегуляции и снижает ее плодородие. Даже частичная потеря гумуса и, как следствие, снижение

плодородия, не дает почве возможность выполнять в полной мере свои экологические функции, и она начинает деградировать.

В наибольшей степени деградируют почвы агроэкосистем. Причина неустойчивого состояния агроэкосистем обусловлена их упрощенным фитоценозом (**фитоценоз** – совокупность популяций растений на относительно однородном участке земной поверхности; растительное сообщество), который не обеспечивает оптимальную саморегуляцию. И если у природных экосистем биологическая продуктивность обеспечивается действием естественных законов природы, то в агросистемах всецело зависит от такого субъективного фактора, как человек, уровня его агрономических знаний, технической оснащенности, социально-экономических условий и т.д., а значит остается непостоянным.

Например, в случае создания человеком монокультуры в агросистеме нарушается видовое разнообразие растительных сообществ. Агросистема упрощается и становится неспособной противостоять абиотическому или биотическому экологическому стрессу, т.е. противостоять физическим (температура), химическим (соленость водоема) и эдафическим факторам (почвенные – это совокупность химических, физических и механических свойств почв, оказывающих воздействие как на организмы, живущие в них, так и на корневую систему растений). **Биотические факторы** – совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую среду обитания.

Основные виды антропогенного воздействия на почвы следующие:

1. эрозия (ветровая и водная);
2. загрязнение;
3. вторичное засоление и заболачивание;
4. опустынивание;
5. отчуждение земель для промышленного и коммунального

строительства.

Эрозия почв (от лат. *erosio* – *разъедание*) – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия). Земли, подвергшиеся разрушению в процессе эрозии, называют *эрозированными*.

К эрозионным процессам относят также *промышленную эрозию* (разрушение сельскохозяйственных земель при строительстве и разработке карьеров), *военную эрозию* (воронки, траншеи), *пастбищную эрозию* (при интенсивной пастьбе скота), *ирригационную* (разрушение почв при прокладке каналов и нарушении норм поливов) и др.

Однако настоящим бичом земледелия у нас в стране и в мире остаются *водная эрозия* (ей подвержены 31 % суши) и *ветровая эрозия* (дефляция), активно действующая на 34 % поверхности суши.

Под *ветровой эрозией* понимают выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром.

Интенсивность ветровой эрозии зависит от скорости ветра, устойчивости почвы, наличия растительного покрова, особенностей рельефа и от других факторов. Огромное влияние на ее развитие оказывают антропогенные факторы. Например, уничтожение растительности, нерегулируемый выпас скота, неправильное применение агротехнических мер резко активизируют эрозионные процессы.

Различают *местную (повседневную) ветровую эрозию* и *пыльные бури*. Первая проявляется в виде поземок и столбов пыли при небольших скоростях ветра.

Пыльные бури возникают при очень сильных и продолжительных ветрах. Скорость ветра достигает 20 – 30 м/с и более. Наиболее часто пыльные бури наблюдаются в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни). Пыльные бури безвозвратно уносят самый плодородный верхний слой почв; они способны развеять за несколько часов до 500 т почвы с 1 га пашни, негативно влияют на все компоненты окружающей природной среды, загрязняют атмосферный воздух, водоемы, отрицательно влияют на здоровье человека.

Под *водной эрозией* понимают разрушение почв под действием временных водных потоков. Различают следующие *формы водной эрозии*: плоскостную, струйчатую, овражную, береговую. Как и в случае ветровой эрозии, условия для проявления водной эрозии создают природные факторы, а основной причиной ее развития является производственная и иная деятельность человека. В частности, появление новой тяжелой почвообрабатывающей техники, разрушающей структуру почвы, – одна из причин активизации водной эрозии в последние десятилетия. Другие негативные антропогенные факторы: уничтожение растительности и лесов, чрезмерный выпас скота, отвальная обработка почв и др.

Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред окружающей природной среде и в первую очередь почвам приносит *овражная эрозия*. Экологический ущерб от оврагов огромен. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, заиливают малые реки и водохранилища, создают густорасчлененный рельеф (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Движение пестицидов в биосфере

Загрязнение почв

Поверхностные слои почв легко загрязняются. Большие концентрации в почве различных химических соединений – токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов. При этом теряется способность почвы к самоочищению от болезнетворных и других нежелательных микроорганизмов, что чревато тяжелыми последствиями для человека, растительного и животного мира. Например, в сильно загрязненных почвах возбудители тифа и паратифа могут сохраняться до полутора лет, тогда как в незагрязненных – лишь в течение двух – трех суток.

Основные загрязнители почвы:

- пестициды (ядохимикаты);
- минеральные удобрения;
- отходы и отбросы производства;
- газодымовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
- нефть и нефтепродукты.

В мире ежегодно производится более миллиона тонн пестицидов. Только в России используется более 100 индивидуальных пестицидов при общем годовом объеме их производства – 100 тыс. т. Мировое производство пестицидов постоянно растет.

В настоящее время влияние пестицидов на здоровье населения многие ученые приравнивают к воздействию на человека радиоактивных веществ. Достоверно установлено, что при применении пестицидов, наряду с некоторым увеличением урожайности, отмечается рост видового состава вредителей, ухудшаются пищевые качества и сохранность

продукции, утрачивается естественное плодородие и т. д.

По мнению ученых, подавляющая часть применяемых пестицидов попадает в окружающую среду (воду, воздух), минуя виды – мишени. Пестициды вызывают глубокие изменения всей экосистемы, действуя на все живые организмы, в то время как человек использует их для уничтожения весьма ограниченного числа видов организмов. В результате наблюдается интоксикация огромного числа других биологических видов (полезных насекомых, птиц) вплоть до их исчезновения. К тому же человек старается использовать значительно больше пестицидов, чем это необходимо, и еще более усугубляет проблему.

Среди пестицидов наибольшую опасность представляют *стойкие хлорорганические соединения* (ДДТ, ГХБ, ГХЦГ), которые могут сохраняться в почвах в течение многих лет и даже малые их концентрации в результате биологического накопления могут стать опасными для жизни организмов. Но и в ничтожных концентрациях пестициды подавляют иммунную систему организма, а в более высоких концентрациях обладают выраженными мутагенными и канцерогенными свойствами. Попадая в организм человека, пестициды могут вызвать не только быстрый рост злокачественных новообразований, но и поражать организм генетически, что может представлять серьезную опасность для здоровья будущих поколений. Вот почему применение наиболее опасного из них – ДДТ в нашей стране и в ряде других стран запрещено.

Таким образом, можно с уверенностью констатировать, что общий экологический вред от использования загрязняющих почву пестицидов многократно превышает пользу от их применения. Воздействие пестицидов оказывается весьма негативным не только для человека, но и для всей фауны и флоры. Растительный покров оказался очень чувствительным к действию пестицидов, причем не только в зонах его применения, но и в местах, достаточно удаленных от них, из-за переноса загрязняющих веществ ветром или поверхностным стоком воды.

Пестициды способны проникать в растения из загрязненной почвы через корневую систему, накапливаться в биомассе и впоследствии заражать пищевую цепь. При распылении пестицидов наблюдается значительная интоксикация птиц (орнитофауны). Особенно страдают популяции певчих и перелетных дроздов, жаворонков и других воробьиных.

Работами отечественных и зарубежных исследователей неопровержимо доказано, что загрязнение почв пестицидами вызывает не

только интоксикацию человека и большого числа видов животных, но и ведет к существенному нарушению воспроизводящих функций и, как следствие, к тяжелым демоэкологическим последствиям. С длительным применением пестицидов связывают также развитие резистентных (устойчивых) рас вредителей и появление новых вредных организмов, естественные враги которых были уничтожены.

Почвы загрязняются и *минеральными удобрениями*, если их используют в неумеренных количествах, теряют при производстве, транспортировке и хранении. Из азотных, суперфосфатных и других типов удобрений в почву в больших количествах мигрируют нитраты, сульфаты, хлориды и другие соединения.

В последнее время выявлен еще один неблагоприятный аспект неумеренного потребления минеральных удобрений и в первую очередь нитратов. Оказалось, что большое количество нитратов снижает содержание кислорода в почве, а это способствует повышенному выделению в атмосферу двух «парниковых» газов – закиси азота и метана. Нитраты опасны и для человека. Так, при поступлении нитратов в человеческий организм в концентрации свыше 50 мг/л отмечается их прямое общетоксическое воздействие, в частности возникновение метгемоглобинемии вследствие биологических превращений нитратов в нитриты и другие токсичные соединения азота. Неумеренное потребление минеральных удобрений вызывает в ряде районов и нежелательное подкисление почв.

К интенсивному загрязнению почв приводят *отходы и отбросы производства*. В нашей стране ежегодно образуется свыше миллиарда тонн промышленных отходов, из них более 50 млн. т особо токсичных. Огромные площади земель заняты свалками, золоотвалами, хвостохранилищами и др., которые интенсивно загрязняют почвы, а их способность к самоочищению, как известно, ограничена.

Огромный вред для нормального функционирования почв представляют *газодымовые выбросы* промышленных предприятий. Почва обладает способностью накапливать весьма опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, например тяжелые металлы.

Значительное количество свинца содержат почвы, находящиеся в непосредственной близости от автомобильных дорог. Результаты анализа образцов почвы, отобранных на расстоянии нескольких метров от дороги, показывают 30-кратное превышение концентрации свинца по сравнению с его содержанием (20 мкг/г) в почве незагрязненных районов.

Еще больше земель были загрязнены радионуклидами и радиоактивными изотопами в результате Чернобыльской катастрофы.

Одной из серьезных экологических проблем становится загрязнение земель *нефтью и нефтепродуктами*.

Значительную угрозу для здоровья людей представляет загрязнение почв различными *патогенами*, которые могут проникать в организм человека следующим образом:

— во-первых, через цепь: человек – почва – человек. Патогенные организмы выделяются зараженным человеком и через почву передаются другому, либо через выращенные на зараженной почве овощи и фрукты. Таким способом человек может заболеть холерой, бациллярной дизентерией, брюшным тифом, паратифом и др. Аналогичным путем в организм человека могут попадать и черви – паразиты;

— во-вторых, через цепь: животные – почва – человек. Существуют ряд заболеваний животных, которые передаются человеку (лептосориаз, сибирская язва, туляремия, лихорадка Ку и др.) путем прямого контакта с почвой, загрязненной выделениями инфицированных животных;

— в-третьих, через цепь: почва – человек, когда патогенные организмы попадают из нее в организм человека при прямом контакте (столбняк, ботулизм, микозы и др.).

Вторичное засоление и заболачивание почв

В процессе хозяйственной деятельности человек может усиливать природное засоление почв. Такое явление носит название ***вторичного засоления*** и развивается оно при неумеренном поливе орошаемых земель в засушливых районах.

Во всем мире процессам вторичного засоления и осолонцевания подвержено около 30 % орошаемых земель. Площадь засоленных почв в России составляет 36 млн. га (18 % общей площади орошаемых земель). Засоление почв ослабляет их вклад в поддержание биологического круговорота веществ. Исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения галофиты (солянка и др.). Уменьшается генофонд наземных популяций в связи с ухудшением условий жизни организмов, усиливаются миграционные процессы.

Заболачивание почв наблюдается в сильно переувлажненных

районах, например, в Нечерноземной зоне России, на Западно-Сибирской низменности, в зонах вечной мерзлоты. Заболачивание почв сопровождается деградиционными процессами в биоценозах, появлением признаков оглеения и накоплением на поверхности неразложившихся остатков. Заболачивание ухудшает агрономические свойства почв и снижает производительность лесов.

Опустынивание

Одним из глобальных проявлений деградации почв, да и всей окружающей природной среды в целом, является *опустынивание*. По Б.Г. Розанову (1984), опустынивание – это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню.

Всего в мире подвержено опустыниванию более 1 млрд. га практически на всех континентах. Причины и основные факторы опустынивания различны (рис. 2.2). Как правило, к опустыниванию приводит сочетание нескольких факторов, совместное действие которых резко ухудшает экологическую ситуацию.



Рис. 2.2. Основные факторы и причины развития опустынивания

На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, засоляются грунтовые воды, резко падает биологическая продуктивность, а следовательно, подрывается и способность экосистем восстанавливаться. «И если эрозию можно назвать недугом ландшафта, то опустынивание – это его смерть» (Доклад ФАО ООН). Процесс этот получил столь широкое распространение, что явился предметом международной программы «Опустынивание». В докладе ЮНЕП (организация ООН по окружающей среде) подчеркивается, что опустынивание – это результат длительного исторического процесса, в ходе которого неблагоприятные явления природы и деятельность человека, усиливая друг друга, приводят к изменению характеристик природной среды.

Опустынивание является одновременно социально – экономическим и природным процессом, оно угрожает примерно 3,2 млрд. га земель, на которых проживают более 700 млн. человек. Особенно опасное положение сложилось в Африке в зоне Сахеля (Сенегал, Нигерия, Буркина Фасо,

Мали и др.) – переходной биоклиматической зоне (шириной до 400 км) между пустыней Сахара на севере и саванной на юге.

Многие экологи считают, что в списке злодеяний против окружающей среды на второе место после гибели лесов можно поставить «опустынивание».

Отчуждение земель

Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель для нужд несельскохозяйственного пользования: строительства промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки линейно – протяженных систем (дорог, трубопроводов, линий связи), при открытой разработке месторождений полезных ископаемых и т. д. По данным ООН, в мире только при строительстве городов и дорог ежегодно безвозвратно теряется более 300 тыс. га пахотных земель. Конечно, эти потери в связи с развитием цивилизации неизбежны, однако они должны быть сокращены до минимума.

Воздействия на горные породы и их массивы

Горные породы

В процессе инженерно – хозяйственной деятельности человека горные породы, слагающие верхнюю часть земной коры в той или иной степени, претерпевают сжатие, растяжение, сдвигание, водонасыщение, осушение, вибрации и другие воздействия.

К числу *основных антропогенных воздействий* на породы относятся: статические и динамические нагрузки, тепловое воздействие, электрические воздействия и др.

Статические нагрузки – это наиболее распространенный вид антропогенного воздействия на горные породы. Под действием статических нагрузок от зданий и сооружений, достигающих 2 МПа и более, образуется зона активного изменения горных пород, достигающая глубин 70 – 100 м. При этом наибольшие изменения наблюдаются: 1) в вечномерзлых льдистых породах, на участках залегания которых часто наблюдаются оттаивание, пучение и другие процессы; 2) в сильносжимаемых породах, например, заторфованных, илистых и др.

Динамические нагрузки – вибрации, удары, толчки и другие динамические нагрузки типичны при работе транспорта, ударных и

вибрационных строительных машин, заводских механизмов и т. д. Наиболее чувствительны к сотрясению рыхлые недоуплотненные породы (пески, водонасыщенные лессы, торф и др). Прочность этих пород заметно снижается, они уплотняются (равномерно или неравномерно), структурные связи нарушаются, возможно внезапное разжижение и образование оползней, отвалов, плывущих выбросов и других неблагоприятных процессов.

Другим видом динамических нагрузок являются *взрывы*, действие которых сходно с сейсмическими воздействиями. Горные породы разрушают взрывным способом при строительстве автомобильных и железных дорог, гидротехнических плотин, добыче полезных ископаемых и т. д.

Тепловое воздействие – повышение температуры горных пород, наблюдаемое при подземной газификации углей, в основании доменных и мартеновских печей и др. В ряде случаев температура пород повышается до 40 – 50 °С, а иногда и до 100 °С и более (в основании доменных печей). В зоне подземной газификации углей при температуре 1000 – 1600 °С породы спекаются, «каменеют», теряют свои первоначальные свойства.

Электрическое воздействие – образование в горных породах искусственного электрического поля (электрифицированный транспорт, ЛЭП и др.), порождаемое блуждающими токами и полями. Наиболее заметно они проявляются на городских территориях, где имеется наибольшая плотность источников электроэнергии. При этом изменяются электропроводность, электросопротивляемость и другие электрические свойства пород.

Динамическое, тепловое и электрическое воздействие на горные породы создают *физическое загрязнение* окружающей природной среды.

Массивы горных пород

Массивы горных пород и, в первую очередь, их поверхностные толщи, в ходе инженерно – хозяйственного освоения подвергаются мощному антропогенному воздействию. При этом развиваются такие опасные ущербобразующие процессы, как оползни, карст, подтопление, просадочные процессы и др. Особенно легко подвержены опасным процессам массивы вечно мерзлых пород, так как они весьма чувствительны к тепловому антропогенному воздействию.

Оползни представляют собой скольжение горных пород вниз по

склону под действием собственного веса грунта и нагрузки – фильтрационной, сейсмической или вибрационной. Для оползней характерно отсутствие вращения и опрокидывания смещающихся масс. Оползни – явление частое на склонах долин рек, оврагов, берегов морей, искусственных выемок.

Карст – геологическое явление, связанное с растворением водой горных пород (известняков, доломита, гипса, каменной соли), образованием при этом подземных пустот (пещер, каверн и др.) и сопровождаемое провалом земной поверхности. Массивы горных пород, в которых развивается карст, называются *закарстованными*.

Хозяйственное освоение закарстованных массивов горных пород ведет к существенному изменению природной среды. Карстовые процессы заметно оживляются: образуются новые провалы, воронки, колодцы и др. Образование провалов и воронок связывают с интенсификацией отбора подземных вод. Однако интенсивный отбор подземных вод, а также динамические вибрационные воздействия транспорта и строительства, статические нагрузки и некоторые другие факторы (возможно, загрязнение подземных вод) заметно усилили эти процессы.

Одним из важных направлений в сохранении окружающей природы является *охрана карстовых пещер* – уникальных памятников природы. При массовых туристских посещениях в них нарушается тепловой и водный режим, наблюдается «таяние» сталактитов и сталагмитов, другие негативные изменения геологической среды.

Процесс подтопления – яркий пример ответной реакции природной среды на действие антропогенных факторов. Впервые он привлек внимание при создании водохранилищ, когда уровень грунтовых вод по их берегам стал быстро подниматься.

В настоящее время под подтоплением понимают любое повышение уровня грунтовых вод до критических величин (менее одного – двух метров от поверхности земли).

Подтопление территорий весьма негативно влияет на природную среду. Массивы горных пород переувлажняются и заболачиваются. Активизируются оползни, карст и другие неблагоприятные процессы. В лессовых глинистых грунтах возникают просадки, в глинах – набухание. Просадка в лессовых грунтах приводит к резкой неравномерной осадке, а набухание в глинах – к неравномерному подъему зданий и сооружений. В результате сооружения испытывают деформации, вплоть до полной непригодности к эксплуатации. Это ухудшает экологическую обстановку в

жилых и производственных помещениях, что снижает производительность труда и даже может вызвать травмы и болезни у людей.

На подтопленной территории возрастает сейсмическая балльность. Кроме того, в результате вторичного засоления почв угнетается растительность, возможно химическое и бактериальное загрязнение грунтовых вод, ухудшается санитарно – эпидемиологическая обстановка.

Причины подтопления разнообразны, но практически всегда связаны с деятельностью человека. Это – утечки воды из подземных водонесущих коммуникаций, засыпка естественных дренажей – оврагов, асфальтирование и застройка территории, нерациональный полив улиц, садов, скверов, барражирование подземных вод (т.е. задержка их движения глубокими фундаментами), фильтрация из водохранилищ, прудов – охладителей АЭС и др.

Вечная мерзлота

В ряде районов земного шара (север Европы и Америки, север и восток Азии) толщи верхней части земной коры постоянно находятся в мерзлом состоянии. Их температура всегда ниже 0 °С. Такие породы называют *вечномерзлыми* (или многолетнемерзлыми), а территорию – областью *вечной мерзлоты*. На территории нашей страны они занимают более 50 % площади. Происхождение вечной мерзлоты связывают с оледенением четвертичного периода.

В последние десятилетия в сферу строительного освоения в районах вечной мерзлоты вовлекаются все новые и новые территории: север Западной Сибири, шельф арктических морей и многие другие.

Вторжение человека не проходит бесследно для «хрупких» природных экосистем Севера: разрушается почвенно-растительный слой, изменяется рельеф, режим снегового покрова, возникают болота, нарушаются взаимосвязи и взаимодействия экосистем.

Проведенные исследования позволили выделить ряд основных особенностей, обуславливающих хрупкость экосистем в области вечной мерзлоты. В первую очередь это очень небольшое видовое разнообразие организмов, поскольку лишь немногочисленная группа отдельных видов способна приспособиться к существованию в условиях «вечного холода». Движение машин, тракторов и другого вида транспорта, особенно гусеничного, разрушает покров из мха, лишайников и др., что также приводит к резкому снижению устойчивости экосистем и к их угнетению.

Массовую гибель лишайников вызывает и малейшее загрязнение воздуха диоксидом серы.

Эндогенные геодинамические процессы – землетрясения и вулканизм – вызывают весьма значительные смещения в массивах горных пород в земной коре, уничтожают животный и растительный мир, приводят к многочисленным, а нередко к катастрофическим человеческим жертвам и другим тяжелым экологическим последствиям.

Воздействия на недра

Недрами называют верхнюю часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых. Экологические и некоторые другие функции недр как природного объекта достаточно многообразны (рис. 2.3.). Являясь естественным фундаментом земной поверхности, недра активно влияют на окружающую природную среду. В этом заключается их главная экологическая функция.

Основное природное богатство недр – минерально-сырьевые ресурсы, т.е. совокупность полезных ископаемых, заключенных в них. Добыча (извлечение) полезных ископаемых с целью их переработки – главная цель пользования недрами

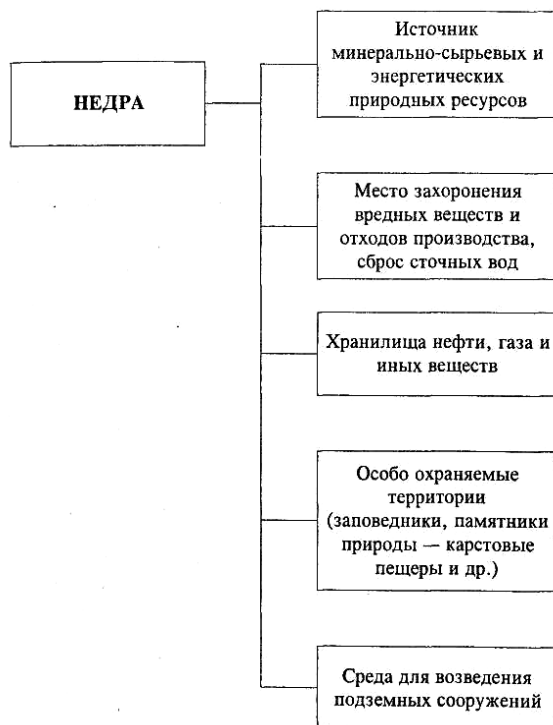


Рис. 2.3. Экологические и другие функции недр

Недра – источник не только минеральных ресурсов, но и огромных

энергетических запасов. По подсчетам ученых, в среднем из недр к поверхности поступает $32,3 \cdot 10^{12}$ Вт геотермальной энергии.

Тем не менее, непрерывный рост потребления минерального сырья повышает значение научно обоснованного, эффективного использования полезных ископаемых, требует от всех организаций и граждан бережного отношения к богатству недр. Иначе говоря, необходимы рациональное использование недр и их охрана.

Важно подчеркнуть также, что в наши дни недра должны рассматриваться не только в качестве источника полезных ископаемых или резервуара для захоронения отходов, но и как часть среды обитания человека.

Экологическое состояние недр определяется, прежде всего, силой и характером воздействия на них человеческой деятельности. В современный период масштабы антропогенного воздействия на земные недра огромны. Только за один год на десятках тысяч горнодобывающих предприятий мира извлекается и перерабатывается более 150 млрд. т горных пород, откачиваются миллиарды тонн кубических метров подземных вод, накапливаются горы отходов.



Рис. 2.4. Экологические последствия разработки недр

С другой стороны, разработка недр оказывает вредное воздействие практически на все компоненты окружающей природной среды и ее качество в целом. Нет в мире другой отрасли хозяйства, которую можно было бы сравнить с горнодобывающей промышленностью по силе негативного воздействия на природные экосистемы, исключая разве что природные и техногенные катастрофы, подобные аварии на Чернобыльской АЭС.

3. Словарь понятий

Литосфера – внешняя оболочка «твердой» Земли, расположенная ниже атмосферы и гидросферы над астеносферой.

Биота – присущий местности набор растений и животных – флора и фауна.

Морфоструктуры – крупные подразделения рельефа земной поверхности, в формировании которых ведущая роль принадлежала эндогенным процессам, протекающим в литосфере.

Фитоценоз – совокупность популяций растений на относительно однородном участке земной поверхности; растительное сообщество.

Эрозия почв (от лат. *erosio* – *разъедание*) – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия).

Опустынивание – это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню.

Недры – верхняя часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых.

4. Материалы, использованные в процессе обучения

4.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

Понятие и строение литосферы

Значение почвы для биосферы

Воздействия на литосферу

4.2. Задание к практическому занятию

Качественный и количественный анализ содержания тяжелых металлов в промышленных стоках на «Спектроскане» (рентгеновском сканирующем кристалл – дифракционном спектрометре)

Цель работы: изучение спектральных методов анализа, знакомство с устройством и принципом работы спектроскана, определение

разновидности и количества тяжелых металлов в промышленных сточных водах. Сделать вывод о степени загрязнения воды и необходимых мерах по снижению концентраций до требуемого уровня

Спектральные методы анализа

Спектральные методы анализа являются наиболее распространенными способами исследования качественного и количественного состава загрязненной воды.

Под качественным анализом понимается определение видов загрязнителей тяжелых металлов в промышленных стоках. Количественный анализ заключается в определении концентраций видов загрязнителей.

Инфракрасная и ультрафиолетовая спектроскопии, рентгенофлуоресцентная спектроскопия, лазерные методы и другие позволяют определить множество микропримесей в воде. Эти методы основаны на избирательном поглощении излучений конкретной длины волны определенными атомами и молекулами или возбуждении атомов с целью получения их характеристики излучений.

К числу наиболее чувствительных методов определения примесей относится люминесцентный, который основан на возбуждении атомов контролируемых растворов с помощью рентгеновского или лазерного облучения и измерений длины волны, излучаемой возбужденными компонентами.

В нашем случае используется спектрометр рентгеновский сканирующий кристалл – дифракционный портативный «Спектроскан». Он является автоматизированным аппаратом и предназначен для измерения в образце концентрации химических элементов от кальция до урана.

Устройство и принцип работы «Спектроскана»

Работа прибора осуществляется с помощью последовательного выделения линий характеристического рентгеновского флуоресцентного излучения исследуемого образца, облучаемого остро фокусной маломощной рентгеновской трубкой, определения интенсивности этих линий и дальнейшего пересчета интенсивности в концентрацию элементов им соответствующих.

Принцип работы спектрометра поясняет рис.4.2.1., на котором схематично изображены: 1 – рентгеновская трубка, 2 – исследуемый образец, 3 – кристаллоанализатор, 4 – детектор излучения с входной

щелью 5, индикаторное табло – 6.

Выделенное излучение кристалл – анализатор фокусирует в приемную щель детектора, сигнал с которого после пересчетного устройства поступает на индикаторное табло в виде потока импульсов за установленное время экспозиции (в виде спектрограммы – графика зависимости интенсивности излучения (силы сигнала) от длины волны). Полученная величина пиков пропорциональна концентрации соответствующего химического элемента в образце.

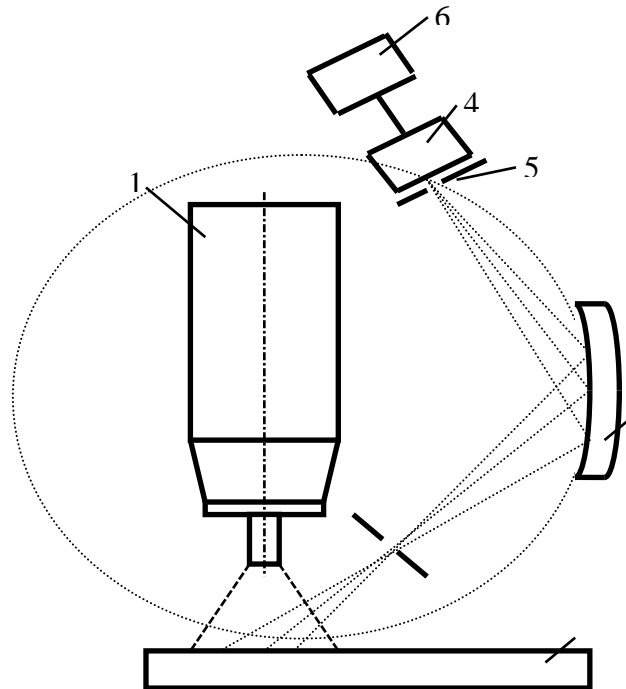


Рис.4.2.1. Рентген – оптическая схема «Спектроскана» (условная)

Маломощная рентгеновская острофокусная трубка облучает исследуемую зону образца (диаметр зоны около 10 мм). Возбужденное этим излучением характеристическое флуоресцентное излучение образца попадает на фокусирующий кристалл – анализатор, который в зависимости от угла падения излучения последовательно выделяет характеристические линии элементов (входящих в состав образца) согласно формуле Вульфа – Брегга.

$$n \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin Q \quad (1)$$

где λ – длина волны падающего излучения от n -го флуоресцирующего элемента;

n – порядок отражения кристалла ($n = 1, 2, \dots$);

$2 \cdot d$ – постоянная кристаллической решетки кристалл – анализатора;

Q – угол падения излучения на кристалл.

Кинематическая схема спектрометра обеспечивает плавное и синхронное перемещение кристалл – анализатора и детектора таким образом, что при повороте кристалла на угол Q , детектор поворачивается на угол $2 \cdot Q$. При этом каждому положению кристалла и детектора соответствует по формуле (1) определенная выделяемая длина волны. Полному диапазону углов Q , обрабатываемых механизмов спектрометра, соответствует (с учетом возможности работать во втором порядке отражения) диапазон выделяемых элементов от Са до U без исключения.

Порядок подготовки проб и изготовления контрольных образцов

При рентгеноспектральном анализе растворов интенсивность аналитических линий можно регистрировать или непосредственно от жидкой пробы или от приготовленного из нее сухого излучателя. Первый способ наиболее простой. Анализируемые пробы наливаются в кюветы из коррозионностойкой стали или пластмассы. Иногда для предохранения кюветы от разрушения их внутренние стенки покрывают парафином или воском. Кюветы закрываются специальной тонкой органической пленкой (майлар, милинес, капрон, поликарбонат и др. устойчивые к рентгеновскому излучению материалы). Иногда растворы переносятся на фильтровальную бумагу, которая после высушивания служит излучателем. При определении малых концентраций раствор выпаривают и затем проводят анализ полученного концентрата. Следует заметить, что концентрат необходимо тщательно перемешать, так как он может быть неоднородным. В нашем случае в качестве анализируемых растворов используют неразбавленные стоки гальванических цехов, где концентрации тяжелых элементов достаточно высоки для проведения эксперимента непосредственно в жидкой фазе.

Порядок анализа спектрограмм

Для проведения идентификации загрязнителей (т.е. качественного анализа) необходимо полученную спектрограмму сравнить со стандартной шкалой характеристических линий химических элементов (табл.4.2.1). По высоте пики интенсивности излучения металлов на спектрограмме условно можно поделить на предшествующий и основной. На длину волны основного пика приходится максимум излучения. Сравнение проводят путем выявления длин волн, где наблюдаются явные пики спектрограммы и выбором соответствующего химического элемента из табл.4.2.1. по

найденной длине волны.

После того как определены виды загрязнителей, начинают рассчитывать их концентрацию. Для этого строят тарировочный график зависимости высоты пика интенсивности излучения на данной длине волны от концентрации соответствующего химического элемента, для конкретного прибора «Спектроскан». Данные для построения тарировочных графиков приведены в табл. 4.2.2. Имея тарировочный график и измерив величину пика на спектрограмме, определяют концентрацию загрязнителей в воде.

Пример расшифровки спектрограммы

Возьмем для примера спектрограмму 4. На данной спектрограмме видим восемь пиков интенсивности линий. Эти пики соответствуют длинам волн: 1056, 1176, 1392, 1540, 1757 и 1936 МкМ. По табл. 4.2.1 находим, что данные длины волн соответствуют четырем элементам: Mn (марганец), Co (кобальт), Zn (цинк), Ag (серебро).

Строим тарировочный график, на котором с помощью табл. 4.2.2 строим линии зависимости стандартных концентраций от величины интенсивности излучения для каждого из элементов. Далее определяем по заданной спектрограмме величину основного пика интенсивности для каждого элемента и с помощью тарировочного графика находим концентрации загрязнителей.

Необходимо заметить, что некоторые, главным образом, соседние по таблице Менделеева химические элементы, при их одновременном присутствии в пробе способны, в следствие близости их флуоресцентных линий, взаимно влиять на высоту пиков спектрограмм. В связи с этим возникает необходимость построения дополнительных графиков поправок концентрации загрязнителей в зависимости от их соотношения в растворе. Это усложняет процесс анализа спектрограммы и в нашем случае не учитывается.

После проведения количественного анализа химических элементов в воде сравниваем их значения с ПДК, приведенными в табл. 4.2.3 и делаем вывод о степени загрязнения воды и необходимых мерах по снижению концентраций до требуемого уровня.

Таблица 4.2.1

Стандартная шкала характеристических линий химических элементов

Длина волны	1 порядок				Длина волны	1 порядок			
	К		1	2		К		1	2
	1	2				1	2		
2514		Ti			1241			Hg	
2503	V				1238				Re
2463			Pr		1208		Ga		
2370			Nd		1207			Ti	
2290	Cr				1197				Os
2284		V			1176	As			
2282			Pm		1175			Pb	
2199			Sm		1158				Ir
2120			Eu		1144			Bi	
2102	Mn				1128		Ge		
2085		Cu			1120				Pt
2046			Gd		1113			Po	
1976			Tb		1105	Se			
1936	Fe				1085			Ag	
1910		Mn			1083				Au
1909			Dy		1057			Rn	
1845			Hg		1056		As		
1788	Co				1048				Hg
1784			Er		1040	Br			
1757		Fe			1030			Fr	
1726			Tm		1015				Tb
1672			Yb		992		Se		
1657	Ni				983				Pb
1621		Co			980			Ac	
1619			Lu		979	Kr			
1569			Hf		956			Th	
1540	Cu				952				Bi
1521			Ta		933			Pa	
1500		Ni			932		Br		
1476			W		925	Rb			
1435	Zn				910			U	
1432			Ri		893				At
1423				Lu	878		Kr		
1392		Cu			875	Sr			
1391			Os		866				Rn
1374				Hf	839				Fr
1351			Ir		829	Y			
1340	Ga				828		Rb		
1327				Ta	814				Ra
1313			Pt		790				Ac
1295		Zn			786	Zr			
1282				W	783		Sr		
1276			Au		765				Th
1254	Ge				746	Nb			

Таблица 4.2.2

Таблица зависимости интенсивности сигнала прибора от стандартных концентраций химических элементов

Концентрация ионов, мг/л	Сила тока, мА для ионов															
	Ванадий	Хром	Марганец	Железо	Кобальт	Никель	Медь	Цинк	Мышьяк	Бром	Стронций	Молибден	Барий	Ртуть	Свинец	Висмут
0.025	-	-	-	-	-	-	-	-	500	-	-	-	-	250	-	-
0.05	1300	950	600	400	-	150	-	-	950	50	-	100	-	450	100	600
0.1	2200	1750	1050	750	-	350	-	-	1750	125	-	200	-	850	150	1000
0.25	3800	3400	2200	1900	-	950	-	-	3400	300	-	750	-	1700	450	2100
0.5	5500	5000	4050	3400	1400	2150	450	1050	5000	550	300	2100	300	2500	1050	4000
0.75	5800	5700	5200	4900	1900	3600	650	1650	-	800	450	3700	450	-	2100	5100
1.0	5900	6100	6100	5800	2350	5300	950	2050	-	1100	700	5400	700	-	3400	5900
2.0	-	-	-	-	4100	-	2100	3600	-	-	1850	-	1850	-	-	-
4.0	-	-	-	-	6100	-	5300	6800	-	-	5300	-	5300	-	-	-

Таблица 4.2.3

**Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в
водных объектах**

Наименование ингредиента	Водные объекты хозяйственно – питьевого и культурно – бытового назначения, [мг / л]
Ванадий	0,1
Хром	0,1
Марганец	0,5
Железо	0,5
Кобальт	1,0
Никель	0,1
Медь	1,0
Цинк	1,0
Мышьяк	0,05
Бром	0,2
Стронций	2,0
Молибден	0,5
Барий	4,0
Ртуть	0,05
Свинец	0,1
Висмут	0,5

Порядок оформления практической работы

- Название работы
 - Цель работы
 - Рентгено – птическая схема спектроскана
 - Принцип работы спектроскана
 - Условие задания
 - Ход работы
- 1) По заданной преподавателем спектрограмме провести качественный анализ химических элементов в воде
 - 2) Провести исследование количественного состава загрязненной воды
 - 3) Сделать выводы о степени загрязнения воды и необходимых мерах к снижению концентрации до требуемого уровня.

Варианты заданий к практической работе

Спектрограммы показали наличие полос длинной волны a, b, c , мкм и интенсивностью (I) $c, k, m, . mA$

Таблица 4.2.4

Данные к практическому заданию

№ вар.	Длина волны иона (λ), мкм	Интенсивность сигнала (I), мА
1	2102	3500
	1936	600
	1435	2000
	1175	3000
2	1788	1800
	1540	600
	1500	200
	1241	400
3.	2290	4300
	2102	2700
	1500	180
4.	783	500
	1241	500
	933	650
	1175	170
5.	1936	780
	1500	220
	2290	5100
	2102	4000
6.	1435	2200
	1241	510
	1788	1650
7.	1657	1400
	1435	1200
	1392	800
8.	1176	900
	1295	800
	1040	600
9.	1295	1000
	1241	800
	1040	800
10.	1175	1200
	1040	1000
	875	800
11.	2290	1000
	1788	1200
	1540	800
12.	1435	1400
	1040	1600
	925	1000

На рисунке 4.2.2. приведена спектрограмма сточной воды, содержащей ионы Рв, Ni, Fe, Mn. (тарировочный график строят по второму, более интенсивному пику)

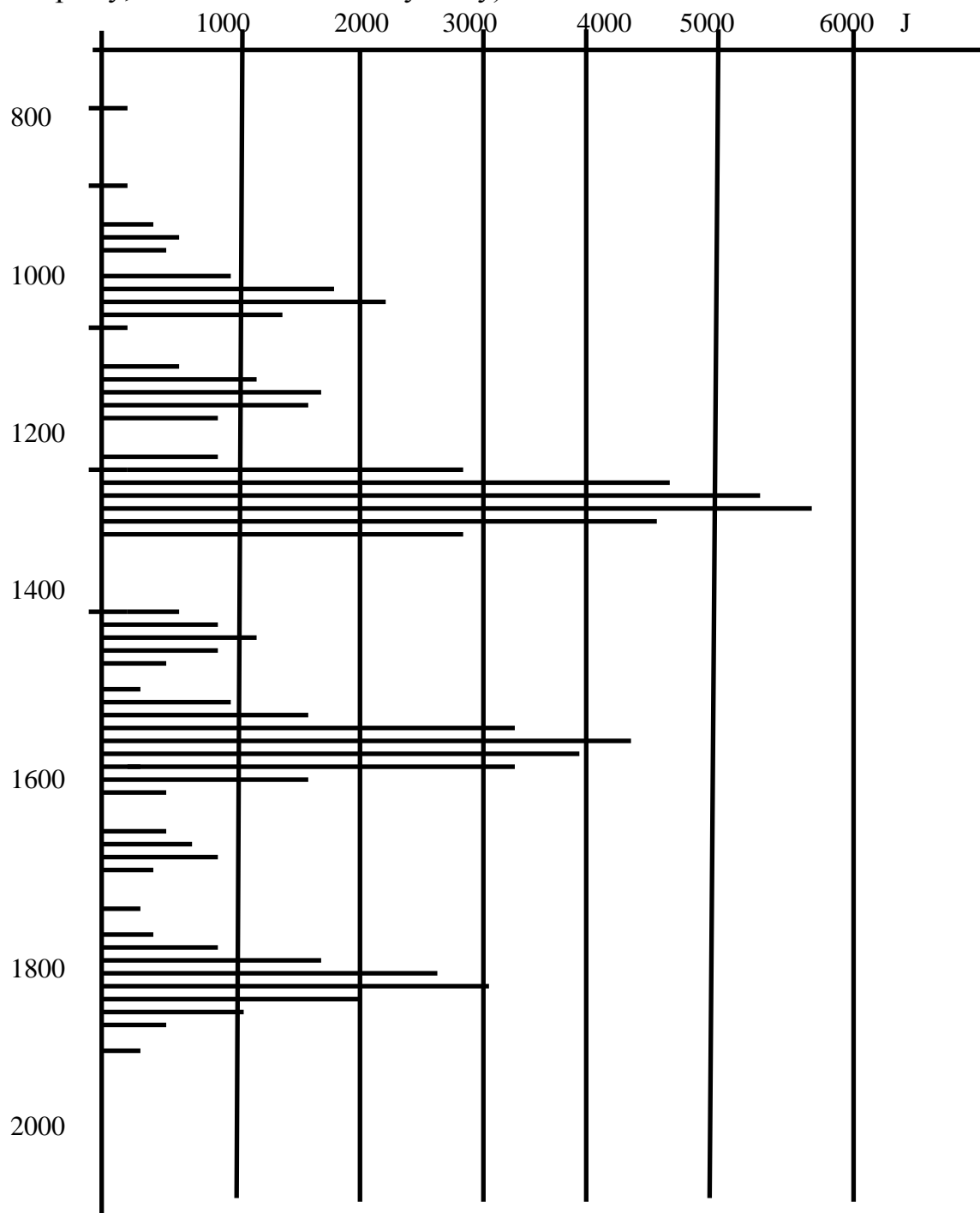


Рис. 4.2.2. Спектрограмма сточной воды

Контрольные работы к практической работе

1. Какие методы спектрального анализа существуют?
2. На чем основан люминесцентный метод?
3. Устройство и принцип работы спектроскана?

4. Порядок анализа спектрограммы?
5. Порядок подготовки проб и изготовления контрольных образцов?
6. Что понимается под качественным анализом?
7. Что понимается под количественный анализом?

Литература:

1. Горшков С.П. Земельные ресурсы мира. Антропогенные воздействия. М.: Знание, 1987. № 1.48.
2. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 263 с.
3. Кочурова Б.И. Влияние хозяйственной деятельности на почвы СССР //География и природные ресурсы. 1982. № 6. С. 47 – 54.
4. Лобова Е.В., Хабаров А.В. Почвы. М.: Мысль, 1983, 303 с.

МОДУЛЬ 6

НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ВВЕДЕНИЕ

В этом модуле рассматриваются вопросы о предельно допустимых концентрациях (ПДК), принципах установления ПДК, о роли ПДК в сохранении чистоты приземного слоя атмосферы. Так же рассматриваются вопросы о предельно допустимых выбросах загрязняющих веществ в атмосферу. Рассматривается вопрос о критериях качества потребляемой воды и сточных вод.

Не маловажным вопросом является понятие о предельно допустимой нагрузке на экосистемы (ПДН), шуме, вибрации, тепловом загрязнении атмосферы и воды, а так же их нормированию.

Схема изучения нового материала.

Тип занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
Нормирование загрязнения окружающей среды	Изучение нового материала	Лекция	2
Расчет штрафов за сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха	Углубление и систематизация учебного материала	Практическое занятие	2

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Понятие загрязнения

Наиболее масштабные и опасные для природных объектов и человека последствия техногенеза проявляются в загрязнении природных сред.

Под **загрязнением** понимается привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно несвойственных для нее физических, химических, информационных или биологических агентов или превышение в рассматриваемое время естественного среднесуточного (в пределах его крайних колебаний) уровня их концентрации.

Численно, степень загрязнения определяется концентрациями загрязняющих веществ, соответственно в воздушном бассейне, почве, растительности, водных источниках. Эти концентрации могут быть безопасны для объектов живой природы, могут приводить к их угнетению

и в крайних случаях к гибели.

Предельно допустимые концентрации (ПДК)

Максимальная концентрация загрязняющего вещества в природных средах, которая практически не влияет на состояние природных объектов получила наименование *предельно допустимой концентрации* или **ПДК**. Для воздушной среды ПДК приводятся в мкг/м^3 или мг/м^3 , а для водной в г/дм^3 , мг/дм^3 или мкг/дм^3 .

Первоначально ПДК оценивались только по отношению к человеку и его реакции на загрязнители, однако в дальнейшем этот показатель используется и в отношении иных природных объектов: почв, диких животных, рыб, природных ландшафты в целом.

Соблюдение ПДК обеспечивает безопасность здоровья населения и благоприятные условия для санитарно – бытового водопользования. ПДК служит критерием эффективности различных мероприятий по охране водоемов от загрязнения, а также стимулом прогресса в области промышленной технологии.

Учитывая производственные процессы и достаточно сложную и меняющуюся ситуацию с содержанием загрязняющих веществ в воздушной среде промышленных комплексов, городов и поселков, понятие ПДК в отношении человека дифференцировано. В частности просчитываются такие показатели:

- ПДК_{рз.} – предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в рабочей зоне;
- ПДК_{сс} – предельно допустимые средние суточные концентрации;
- ПДК_{мр} – предельно допустимые максимальные разовые концентрации;
- К_л – концентрации летальные.

Аналогично воздушной среде, анализируются и концентрации загрязняющих веществ в водных источниках. Здесь могут быть дифференцированы ПДК_в – предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в водоеме вообще и ПДК_{вр} – предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ для рыбы.

Принципы установления ПДК

Для установления ПДК используют расчетные методы, результаты

биологических экспериментов, а также материалы динамических наблюдений за состоянием здоровья лиц, подвергшихся воздействию вредных веществ.

Основой для обоснования ПДК является некоторое множество n порогов хронического действия lim_{ch} , оцененных для различных видов i биологических объектов (подопытные животные, рыбы, зеленые насаждения) и разных путей транспортировки вещества к рецепторам живого организма:

$$ПДК = \min(lim_{ch}) / K_3, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

где K_3 – коэффициент запаса, учитывающий видовую чувствительность, реальную опасность интоксикации, кумулятивные свойства вещества, вероятность канцерогенного или иного специфического действия, возможность отдаленных последствий на генетическом уровне и т.д. Очевидно, что при $n \rightarrow \infty$, ПДК $\rightarrow 0$, т.е. *«всегда можно найти такую специфическую лошадь, которую убьет капля никотина»*.

ПДК представляют собой принципиально индивидуальные стандарты, регламентирующие изолированное действие нормируемого вредного агента и не предполагающие количественной корректировки в случае совместного присутствия нескольких компонентов. На уровне нормативов представлены достаточно ограниченные перечни веществ, обладающих эффектом суммации при их одновременном содержании в атмосферном воздухе. Экспериментальный метод анализа комбинированного действия смеси веществ с постоянным соотношением компонентов предложен Б.М. Штабским и Ю.С. Каганом. Алгоритм реализации этого метода на основе автоматизированной процедуры планирования эксперимента описан Д.Б. Гелашвили с соавторами.

Санитарно – гигиенические и экологические нормативы определяют качество окружающей среды по отношению к здоровью человека и состоянию экосистем, но не указывают на источник воздействия и не регулируют его деятельность. Требования, предъявляемые собственно к источникам воздействия, отражают **научно – технические нормативы**. К научно – техническим нормативам относятся нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ (ПДВ и ПДС), а также технологические, строительные, градостроительные нормы и правила, содержащие требования по охране окружающей природной среды. В основу установления научно – технических нормативов положен следующий принцип: при условии соблюдения этих нормативов предприятиями региона содержание любой примеси в воде, воздухе и

почве должно удовлетворять требованиям санитарно – гигиенического нормирования.

Предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и предельно допустимые сбросы в водные объекты

Из требований к ограничению концентрации загрязняющих веществ в природных объектах вытекают требования к ограничению сбросов загрязняющих веществ предельно допустимым выбросом – ПДВ, для воздушной и предельно допустимым сбросом (ПДС), соответственно для водной среды иногда они определяются как ПДУВ – предельно допустимый уровень выброса и ПДУС – предельно допустимый уровень сброса.

Соответственно, ПДВ (ПУДВ) определяет предельно допустимое количество вредных веществ, сбрасываемых в атмосферу источником, обеспечивающее предельно допустимые их концентрации в приземном слое воздуха. Обычно эти концентрации рассчитываются для створа, расположенного на каком-то заданном расстоянии до источника, определяющимся особенностями ландшафта или районной планировкой территории. Или, в более общей формулировке, **ПДВ** представляет собой количество (объем или массу) загрязняющего вещества, выбрасываемого источником за единицу времени, превышение которого ведет к неблагоприятным последствиям для окружающей природной среды или здоровья людей.

Предельно допустимый сброс (ПДС) в водные объекты – масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пункте в единицу времени, обеспечивающая разбавление до ПДК этих веществ в расчетном створе или в местах водопользования.

Принципиальная разница между ПДВ в воздушную среду и ПДС в водную состоит в том, что помимо рассеивания (в воздухе) и разбавления (в воде), в водоисточнике действуют также процессы самоочищения, тогда как в воздушной среде под воздействием влаги, низкой температуры или солнечного излучения возникают фотохимические эффекты, ведущие к формированию сложных и высокотоксичных соединений, усиливающих отрицательное влияние загрязнителей на организм живых существ, включая, в первую очередь, человека.

В настоящее время для оценки загрязнения окружающей среды

применяется параметр *ПДН* – предельно допустимая нагрузка на экосистему. Этот параметр учитывает суммарные выбросы от промышленных предприятий на уровне ПДВ и ПДС в регионе за сутки, месяц, год, не причиняющий нарушение экологического равновесия естественным экосистемам.

Значение ПДН можно рассчитать с помощью анализа необходимой продуктивности экосистемы или оценки их способности к самовозобновлению.

Критерии качества потребляемой воды

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети. Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по обобщенным показателям и содержанию вредных химических веществ. Токсикологические показатели качества воды характеризуют безвредность ее химического состава и включают нормативы для веществ, встречающихся в природных водах; добавляемых в воду в процессе обработки в виде реагентов; появляющихся в результате промышленного, сельскохозяйственного, бытового и иного загрязнения источников водоснабжения.

Нормативы, ограничивающие вредное воздействие, устанавливаются и утверждаются специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды, санитарно – эпидемиологического надзора и совершенствуются по мере развития науки и техники с учетом международных стандартов.

При оценке качества природных вод, подвергшихся загрязнению, используют перечень вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно – питьевого и культурно – бытового использования. Число вредных веществ, нормируемых в этом перечне, непрерывно увеличивается вследствие усложнения химического состава стоков загрязняющих веществ.

Среди показателей, определяющих токсичность состава воды, многие из них окрашивают природную воду в тот или иной цвет

(например, железо, марганец, органические вещества). Они вызывают неприятные запахи (сероводород, азотистые соединения, примеси органических газов), характерный привкус (магний, калий и др.), способствуют образованию мутных взвесей (соли кальция, бария, стронция и пр.).

Поэтому определение органолептических свойств является одним из основополагающих определений природных вод и проводится непосредственно после отбора пробы и не позднее, чем через несколько часов, после ее отбора.

Значения ПДК используются в качестве нормативной основы в нескольких десятках методик комплексной оценки качества воды, различающихся предназначением, составом и количеством используемых параметров, способом операций с ними и др. (некоторые из них приводятся нами ниже).

Система классификации качества воды по А.А. Былинкиной и С.М. Драчеву

Эта классификация явилась первой [Былинкина с соавт., 1962; Драчев, 1964] и наиболее совершенной разработкой в этом направлении, заложившей основы широко распространенной шестибалльной шкалы классификации водоемов. Методика рекомендована для отраслевого использования на постах гидробиологического контроля. Оценка качества воды осуществляется с использованием следующих показателей:

- химические показатели состояния водоемов;
- бактериологические и гидробиологические показатели;
- показатели состояния водоемов по физическим и органолептическим свойствам.

Таблица 1.1

Химические показатели состояния водоемов

Степень загрязнения	Растворенный кислород		БПК _{5,в} мг/л	Окисляемость, в мг/л O ₂	Аммоний-ный азот, в мг/л	Токсичные вещества в долях ПДК	Радиоактивность общая в долях норматива	
	в мг/л							
	Лето	Зима						
Очень чистые	99	14–13	95	00.5–1.0	1	0.05	0	0.1

Чистые	88	12–11	80	11.1–1.9	2	0.1	0.1–0.9	0.1
Умеренно загрязненные	77–6	110–9	70	22.0–2.9	3	0.2–0.3	1.0–5.9	1.0
Загрязненные	55–4	55–4	60	33.0–3.9	4	0.4–1.0	6.0–10.9	10
Грязные	33–2	33–1	30	44.0–10.0	5–15	1.1–3.0	11.0–20.0	100
Очень грязные	00	00	0	>10	>15	>3	>20	1000

Примечание: окисляемость относится к рекам с цветностью воды не более 30°.

Как отмечают авторы, «для составления карты загрязнения множественность показателей представляет затруднения, особенно в том случае, когда по значению многих показателей река может быть отнесена к различным классам. Указанное затруднение может быть обойдено путем выделения главных показателей. Важно, чтобы число этих показателей было невелико, и чтобы они были представлены в тех случаях, когда обследование проведено по схеме краткого анализа».

Таблица 1.2

Бактериологические и гидробиологические показатели

Степень загрязнения	Бактериологические			Яйца гелм интов, в 1 м ³	Санитарно – гидробиологические	
	Кишечная палочка (титр)	Сапрофитные микроорганизмы, в 1 мл	Прямой счет		Сапробность	Биолог. показатель загрязнения
Очень чистые	10–100	а· 10	10 ⁵	Нет	Ксеносапробная	0–5
Чистые	10–1	а· 100	10 ⁶	Нет	Олигосапробная	6–10
Умеренно загрязненные	1–0.05	а· 1000	10 ⁶	1–3	β – Мезосапробная	11–20
Загрязненные	0.05–0.005	а· 10000	10 ⁷	10	α – Мезосапробная	21–60
Грязные	0.005–0.001	а· 100000	10 ⁷	500	Полисапробная	61–99
Очень грязные	<0.001	а· 1000000	10 ⁸	1000	Полисапробная	100

Примечание: биологический показатель загрязнения (БПЗ) или индекс Хорасавы, принятый в международном стандарте качества питьевой воды (1958 г.), представляет собой отношение количества одноклеточных организмов, не содержащих хлорофилла (*B*), к общему количеству организмов, включая содержащие хлорофилл (*A*), выраженное в %.

$$\text{БПЗ} = 100 \text{ B} / (\text{A} + \text{B})$$

Таблица 1.3

Показатели состояния водоемов по физическим и

органолептическим свойствам

Степень загрязнения	Взвешенные вещества, мг/л	Прозрачность		Запах, в баллах	Нефть		рН
		по Секки, в м	по Снеллену, в см		в баллах	в мг/л	
Очень чистые	1–3	>2	>30	1	0	0.00	6.5–8.0
Чистые	4–10	2–1	30–20	2	1	0.1–0.2	6.5–8.5
Умеренно загрязн.	11–19	1–0.3	19–3.0	3	2	0.3	6.0–9.0
<i>Продолжение табл. 1.3</i>							
Загрязненные	20–50	0.3–0.1	2.0–1.0	4	3	1	5–6, 9–10
Грязные	51–100	0.1–0.02	<1.0–0.5	5	4	2	5–6, 9–10
Очень грязные	>100	<0.02	<0.5	5	5	5	2–4, 11–13

В качестве главных показателей рекомендуется взять пять следующих: титр кишечной палочки, запах, БПК₅, азот аммонийный и внешний вид водоема у места взятия проб (по степени загрязнения нефтью). Весьма важным показателем санитарного состояния водоемов является также содержание токсических веществ, в том числе, радиоактивных. «В качестве показателя степени загрязнения водоемов по содержанию токсических веществ можно принять отношение количества токсических веществ, найденных аналитически, к допустимым концентрациям, согласно существующим нормативам. В отношении содержания радиоактивных веществ показателем может быть взята суммарная активность, поскольку в отношении данного определения имеется наибольшее количество аналитических материалов» [Драчев, 1964].

Каждому из показателей, перечисленных в таблицах, авторами придается приоритет – цифровое значение, соответствующее важности и значимости данного фактора. Если по различным показателям классификация водоема выполняется неоднозначно, то необходимо рассчитать общий показатель загрязнения путем усреднения числовых значений условных приоритетов.

Критерии качества сточных вод

При отсутствии установленных нормативов экологами проводятся необходимые исследования для изучения степени вредности

содержащихся в сточных водах веществ и обосновании для них ПДК.

Примечания:

1) Лимитирующий признак вредности, по которому установлен норматив: «с.-т.» – санитарно – токсикологический, «орг.» – органолептический;

2) Нормативы приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

Таблица 1.4

Обобщенные показатели содержания вредных химических веществ, встречающихся в природных водах

Показатели	Единицы измерения	Нормативы ПДК, не более	Показатель вредности	Класс опасности
Обобщенные показатели				
Водородный показатель	Единицы рН	6-9		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм ³	1000		
Жесткость общая	мг-экв/дм ³	7,0		
Окисляемость перманганатная	мг/дм ³	5,0		
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,1		
Поверхностно-активные вещества	мг/дм ³	0,5		
Фенольный индекс	мг/дм ³	0,25		
Неорганические вещества				
Алюминий, Al	мг/дм ³	0,5	с.-т.	2
Барий, Ba	мг/дм ³	0,1	с.-т.	2
Бериллий, Be	мг/дм ³	0,0002	с.-т.	1
Бор, B	мг/дм ³	0,5	с.-т.	2
Железо, Fe	мг/дм ³	0,3	орг.	3
Кадмий, Cd	мг/дм ³	0,001	с.-т.	2
Марганец, Mn	мг/дм ³	0,1	орг.	3
Медь, Cu	мг/дм ³	1,0	с.-т.	2
Молибден, Mo	мг/дм ³	0,25	с.-т.	2
Мышьяк, As	мг/дм ³	0,05	с.-т.	2
Никель, Ni	мг/дм ³	0,01	с.-т.	3
Нитраты, NO ₃	мг/дм ³	45	с.-т.	3
Ртуть, Hg	мг/дм ³	0,0005	с.-т.	1
Свинец, Pb	мг/дм ³	0,03	с.-т.	2
Селен, Se	мг/дм ³	0,01	с.-т.	2
Стронций, Sr	мг/дм ³	7,0	с.-т.	2
Сульфаты, SO ₄	мг/дм ³	500	орг.	4

Органические вещества				
ГХЦГ (линдан)	мг/дм ³	0,002	с.-т.	1
ДДТ (сумма изомеров)	мг/дм ³	0,002	с.-т.	2
2,4 – Д	мг/дм ³	0,03	с.-т.	2
Вредные химические вещества, поступающие и образующиеся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения				
Хлор	мг/дм ³			
– остаточный свободный	мг/дм ³	0,3-0,5	орг.	3

Продолжение табл. 1.4

Показатели	Единицы измерения	Нормативы ПДК, не более	Показатель вредности	Класс опасности
– остаточный связанный	мг/дм ³	0,8-1,2	орг.	3
Хлороформ	мг/дм ³	0,2	с.-т.	2
Озон остаточный	мг/дм ³	0,3	орг.	2
Формальдегид (озонирован. воды)	мг/дм ³	0,05	с.-т.	2
Полиакриламид	мг/дм ³	2,0	с.-т.	2
Активированная кремнекислота	мг/дм ³	10	с.-т.	2

Шум и вибрация, их нормирование

Допустимыми уровнями постоянного шума являются уровни звукового давления L , в дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звука L_a , дБА. Допустимыми уровнями непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука $L_{a_{экв}}$, дБА, и максимальные уровни звука $L_{a_{max}}$, дБА. Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука. Превышение одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие настоящим санитарным нормам.

Допустимые уровни шума, а также требования к их измерению в жилых помещениях регламентируются действующими санитарными нормами.

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука, проникающего шума в помещения жилых зданий, следует принимать по табл.1.5.

Допустимые уровни шума, создаваемого в помещениях зданий системами вентиляции и другим инженерным и технологическим

оборудованием, следует принимать на 5 дБА ниже (поправка минус (-) 5 дБА), указанных в табл.1.5.

Таблица 1.5

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука, проникающего шума в помещения жилых зданий

Наименование помещений, территорий	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со средне – геометрическими частотами, Гц									Уровни звука L_a и эквивалентные уровни звука $L_{эkv}$, дБА	Максимальные уровни звука $L_{a_{max}}$, дБА
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Жилые комнаты квартир	с 7 до 23	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	с 23 до 7	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45

Для жилых зданий, выходящих окнами на магистрали, при уровне шума выше предельно допустимой нормы необходимо принимать шумозащитные меры.

Эксплуатация инженерного оборудования жилых зданий, технологического оборудования помещений общественного назначения не должна превышать предельно допустимые уровни шума и вибрации в жилых помещениях.

Допустимыми уровнями постоянных вертикальных и горизонтальных вибраций являются средние квадратические значения виброускорения – a (м/кв.с) и виброскорости – v (м/с) или их логарифмические уровни – L_a , L_v , соответственно, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16, 31,5, 63 Гц, выраженные в дБ. допустимыми уровнями непостоянных вертикальных и горизонтальных вибраций являются эквивалентное скорректированное значение виброскорости или виброускорения ($U_{эkv}$) или их логарифмический уровень ($L_{u_{эkv}}$).

Допустимые уровни вибрации, а также требования к их измерению в жилых помещениях регламентируются действующими санитарными нормами.

При измерении непостоянных вибраций (уровни виброскорости и

виброускорения, у которых при измерении прибором на характеристиках «Медленно» и «Лиин» или коррекции «К» за 10-минутный период меняется более чем на 6 дБ, следует определять эквивалентные скорректированные значения виброскорости, виброускорения или их логарифмических уровней. При этом максимальные значения измеряемых уровней вибрации не должны превышать допустимые более чем на 10 дБ.

В помещениях жилых домов уровни вибрации от внутренних и внешних источников не должны превышать величин, указанных в табл.1.6.

Таблица 1.6

Допустимые уровни вибрации в помещениях жилых домов от внутренних и внешних источников

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Допустимые значения по осям X0, Y0, Z0			
	виброускорения		виброскорости	
	м/кв.с x 10 ⁻³	дБ	м/с x 10 ⁻⁴	дБ
2	4,0	72	3,2	76
4	4,5	73	1,8	71
8	5,6	75	1,1	67
16	11,0	81	1,1	67
31,5	22,0	87	1,1	67
63	45,0	93	1,1	67
Эквивалентные скорректированные значения виброскорости или виброускорения и их логарифмические уровни	4,0	72	1,1	67

В дневное время в помещениях допустимо превышение уровней вибрации на 5 дБ.

Для непостоянной вибрации к допустимым значениям уровней, приведенным в таблице 1.6, вводится поправка минус (-) 10 дБ, а абсолютные значения виброскорости и виброускорения умножаются на 0,32.

2. Словарь понятий

Максимальная концентрация загрязняющего вещества в природных средах, которая практически не влияет на состояние природных объектов.

ПДВ – количество (объем или массу) загрязняющего вещества, выбрасываемого источником за единицу времени, превышение которого ведет к неблагоприятным последствиям для окружающей природной среды или здоровья людей.

Предельно допустимый сброс (ПДС) в водные объекты – масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пункте в единицу времени, обеспечивающая разбавление до ПДК этих веществ в расчетном створе или в местах водопользования.

3. Материалы, использованные в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

Предельно допустимые концентрации.

Предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и предельно допустимые сбросы в водные объекты.

Критерии качества потребляемой воды.

Критерии качества сточных вод.

Шум и вибрация, их нормирование.

7.

3.2 Задание для практического занятия

Определение категории опасности предприятия и начисление штрафов при несанкционированных выбросах в атмосферу

Цель работы: изучить методику по определению категории опасности предприятия.

Общие сведения

Определение опасности предприятия проводится по формуле (1):

$$КОП = \sum \left(\frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{a_i} \quad (1)$$

где M_i – выброс загрязняющего вещества в атмосферу в течение длительного времени (года);

$ПДК_{cc}$, $мг/м^3$ – рассматривается не разрешенный легальный выброс (нДБ), а фактически сделанный предприятием;

a_i – безразмерный коэффициент, позволяющий соотнести степень вредности i -го вещества с вредностью SO_2 (известным эталоном).

Зная принадлежность i -го вещества к определенному классу опасности, получаем a_i .

Принято выделять четыре категории опасности:

- $КОП \leq 10^6$;
- $КОП=10^4-10^6$;
- $КОП=10^3-10^4$;
- $КОП < 10^3$.

Из формулы (1) видно, что $КОП$ зависит от валового сбора и $ПДК$ выбрасываемых в атмосферу веществ, поэтому небольшое предприятие, выпускающее, например, тетраэтилсвинец и другие элементоорганические соединения, может быть отнесено к первой категории вредности, а крупное, но работающее с веществами четвертого класса опасности – ко второй или третьей.

Таблица 3.2.1

Предельно допустимые концентрации ($ПДК$) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

№	Вещество	$ПДК_{cc}$	$ПДК$	Класс опасности
1	Ацетон	0,35	200	4
2	Азота диоксид	0,04	5	2
3	Акрилонитрил	0,03	0,5	2
4	Аммиак	0,4	20	4
5	Ацетальдегид	0,01	5	3
6	Бензин	0,05	300	4
7	Водород цианистый		0,3	2
8	Гидразин	0,001 (обув)	0,1	1
9	Зола	0,1	0	3
10	Керосин	1,2(обув)	300	4
11	Ксилол	0,2	50	3
12	Кислота соляная		5	2
13	Кислота серная	0,1	1	2
14	Масла нефтяные	0,05 (обув)		
15	Озон	0,03	0,1	1
16	Пыль нетоксичная	0,03 $мг/м^3$	10 $г/м^3$	
17	Пыль оксида железа	0,04		

18	Пыль шлифовальных кругов (абразивная)	0,04		
19	Серы диоксид	0,05	10	3
20	Сероводород	0,008		2
21	Сероуглерод	0,005		2
22	Свинец и его неорганические соединения	0,0003	$1,5 \cdot 10^{-4}$	1

Продолжение табл. 3.2.1

23	Тетраэтилсвинец	$3 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	1
24	Углерода оксид	3,0	20	4
25	Фенол	0,003		2
26	Формальдегид	0,003	0,5	2
27	Этилен	3,0		3
28	Этан		200	4
29	Хлор	0,03	0.1	2

Безразмерный коэффициент a_i для вещества 1-го класса опасности равен 1,7; 2-го – 1,3; 3-го – 1,0 и 4-го – 0,9.

Нормы ПДК_{сс} содержатся в справочниках по охране труда, сборнике нормативных документов по вопросам ООС, №9, 1994 г., справочнике под редакцией Лазарева «Вредные вещества в промышленности» (есть издания в 2-х и 3-х томах), книге «Система стандартов безопасности труда».

Если отсутствуют данные по ПДК_{сс}, можно использовать 0,1 – ПДК рабочей зоны (Сборник нормативных документов №9). В таблице 3.2.2. приведены сведения по токсичности упомянутых в заданиях веществ.

Варианты заданий к практической работе

А. Определить категорию опасности предприятия (КОП), которое выбрасывает в атмосферу вредные вещества (табл. 3.2.2):

Таблица 3.2.2

Вредные вещества, выбрасываемые предприятием в атмосферу

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
бензин, т	2000	–	–	3000	–	–	1000	–
фенол, т	10	–	–	30	–	–	50	–
ацетон, т	100	–	–	200	–	–	300	–
оксид углерода, т	200	–	300	100	–	500	400	–
ксилол, т	500	–	500	600	–	200	800	–
пыль (нетоксичная), т	30	–	30	–	–	100	–	–
сероводород, т	0,1		0,1	–	1	0,8	–	1,5
тетраэтилсвинец, т	–	0,1	0,5	–	0,5	0,9	–	0,9
этилен, т	–	20	30	–	50	50	–	40

хлор, т	–	0,1	–	–	0,5	–	–	0,7
озон, т	–	0,1	–	–	0,8	–	–	2,0

Б. Определить категорию опасности предприятия (*КОП*), если при его работе выбрасываются вещества А, Б, В, классы опасности которых соответственно 2, 3, 4. Выбросы веществ составляют – M_j , тонн в год.

Таблица 3.2.3

Вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
ПДК _А , мг/л	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012
ПДК _Б , мг/л	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
ПДК _В , мг/л	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
M_A , т/Г	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
M_B , т/Г	250	350	450	550	650	750	850	950
M_V , т/Г	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500

Контрольные вопросы

- Дайте определение ПДК_{сс}, ПДК_{мр}, ПДК.
 Кто устанавливает ПДК, как часто пересматривают эти нормы?
 Кто разрабатывает методы анализа газовых выбросов?
 Кто устанавливает ПДН, ПДВ (предельно допустимую нагрузку на регион, предельно допустимый выброс предприятия)?
 Что такое ВСВ – временно согласованный выброс?
 Что такое «приоритетные примеси», как их выявить?
 Какие пути снижения выбросов в атмосферу Вам известны?
 Какие выбросы преобладают на предприятиях отрасли, по которой Вы получаете специальность?
 Какие компоненты присутствуют в выбросах буквально всех хозяйственных и коммунальных предприятий?

8.

Литература:

1. Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. М.: Наука, 1985. 247 с.
2. Данилов – Дангильян В.И., Горшков В.Г., Арский Ю.М. и др. Окружающая среда между прошлым и будущим: мир и Россия. М.: ВИНТИ, 1994. 133 с.
3. Кочурова Б.И. Влияние хозяйственной деятельности на почвы СССР //География и природные ресурсы. 1982. № 1. С.8 – 15.

4. Колбасов О.С. Конференция ООН по окружающей среде и развитию // Изв. РАН. Сер. Географ. 1992. № 6. С. 47 – 54.
5. Новиков Г.А. Основы общей экологии и охраны природы. Л.: Изд-во ЛГУ, 1979. С. 350.
6. Яблоков А.В., Остроумов С.А. Уровни охраны живой природы. М.: Наука, 1985. 175 с.

МОДУЛЬ 7

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ВВЕДЕНИЕ

Данная тема посвящена изучению вопроса «Контроль состояния окружающей среды». В настоящее время наиболее эффективный способ изучения изменения состояния окружающей среды является мониторинг окружающей среды. В разделе рассмотрены виды мониторинга, цели и задачи мониторинга.

Схема изучения нового материала

1) Тема занятий	2) Цель занятий	3) Вид занятий	4) Количество часов
5) 1.Контроль загрязнения окружающей среды. Мониторинг окружающей среды.	6) Изучение нового материала	7) Лекция	8) 2
9) 2. Определение условий загрязнения водоема (ПЭВМ) (определение оптимальных параметров развития природно-промышленной системы).	10) Углубление и систематизация учебного материала. Итоговый контроль.	11) Практическое занятие	12) 2

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Понятие контроля загрязнения окружающей среды

Создание эффективных программ, направленных на регулирование качества окружающей среды, прежде всего требует адекватной оценки наблюдаемого состояния и прогноза изменений этого состояния

Получение такой информации является задачей системы мониторинга загрязнения окружающей среды, испытывающей антропогенное воздействие.

Наиболее универсальным подходом является его разделение на блоки: «Наблюдение», «Оценка существующего состояния», «Прогноз», «Оценка прогнозируемого состояния».

Блоки «Наблюдения» и «Прогноз» тесно связаны между собой, так как удовлетворительный прогноз состояния окружающей среды может

быть построен лишь на основе достаточно представительной информации о ее фактическом состоянии (в настоящем и прошлом).

Мониторинг окружающей среды Основные задачи и принципы мониторинга

Ю.А. Израэль в 1974 г. определил мониторинг как систему наблюдений, позволяющую выделять изменения биосферы под влиянием человеческой деятельности.

В более широком смысле под *мониторингом окружающей среды* понимается система наблюдений, оценки и прогноза изменений окружающей среды под влиянием естественных и антропогенных факторов для предупреждения возможных критических ситуаций, небезопасных для здоровья людей и других живых организмов, их сообществ, а также других природных объектов и процессов. Однако, *основная цель* мониторинга окружающей среды – контроль антропогенного воздействия на биосферу.

Рассмотрим *первую задачу* мониторинга – наблюдение за состоянием окружающей среды.

По способу производства наблюдения подразделяются на прямые, контактные, дистанционные, ручные, автоматические (автоматизированные), визуальные.

По регулярности наблюдений различаются: регулярные, нерегулярные, регулярные синхронные, асинхронные, наблюдение целевых экспериментов.

Вторым основным направлением работ по мониторингу является оценка текущего экологического состояния в различных регионах республики. Такая оценка, начиная с 1991 г., представляется в экологических бюллетенях, выпускаемых ежегодно Академией наук Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ. В бюллетенях представляется за каждый прошедший год следующая информация:

7. Климатическая характеристика года и загрязнения атмосферы.
8. Характеристика водного режима рек, водоканалов и оценка состояния поверхностных вод.
9. Состояние подземных вод.
10. Земельные ресурсы, их состояние и использование.
11. Растительные ресурсы и их изменение под влиянием естественных и антропогенных факторов.

12. Животный мир, его состояние, динамика, использование и охрана.
13. Ландшафты, их трансформация и охрана.
14. Образование и накопление отходов.
15. Социально – экономическая ситуация в РБ.

Третья задача мониторинга – прогноз состояния окружающей среды – нерешена до настоящего времени. Прогнозы, как правило, имеют низкую оправдываемость.

Выполнение прогнозных функций мониторинга требует создания системы оптимальных экосистемных моделей, разрабатываемых на основе той или иной концепции и хозяйственных требований. В настоящее время не разработаны надежные методы экологических прогнозов.

Информационная система мониторинга должна быть построена на основе следующих принципов:

— Регламентированность мониторинга.

Это принцип обязательности мониторинга на единой методической основе.

— Статическое обобщение.

Результатом функционирования системы должны быть статические обобщения наблюдаемых величин, сравнение их с доступными историческими рядами, их вероятная оценка, пространственное осреднение.

Виды обслуживания потребителей продукцией мониторинга *подразделяются на:*

— Регулярный для широкого круга потребителей. Предусматривает регулярное издание бюллетеней с определенной, заранее установленной структурой и набором параметров (характеристик).

— Регулярный специальный. Предусматривает обслуживание только постоянных потребителей, имеющих специфические запросы.

— Разовое обслуживание по запросу. Автоматизированный ответ на них затруднен в силу разнообразия запросов.

Виды мониторинга

Биоэкологический мониторинг (санитарно – гигиенический)

Это система наблюдений за состоянием окружающей среды с точки зрения ее влияния, прежде всего на состояние здоровья человека и всего населения. Последняя характеристика является наиболее комплексным и важным критерием состояния окружающей среды.

Первоочередный *состав показателей биоэкологического*

мониторинга включает:

1. радионуклиды;
2. газовые загрязнители: оксиды и диоксиды серы, углерода и азота (SO₂, CO, NO, NO₂) и др.;
3. минеральные загрязнители: соединения ртути, свинца, мышьяка, фосфора, кадмия, фтора, нитраты, нитриты и т. д.;
4. органические и полимерные загрязнители: ДДТ, различные пестициды, углеводороды нефти, микробные загрязнители и т. д.;
5. физические явления: электромагнитные и шумовые возмущения, вызывающие психогенные болезни человека и животных. Имеются основания для включения в состав показателей ряда биологических феноменов, вызывающих заболевания аллергенного характера.

Для получения надежности и полной информации о состоянии окружающей среды необходим рациональный выбор и достаточная плотность контрольных пунктов наблюдений, эффективная организация автоматического получения, обработки и выдачи информации потребителю.

Геосистемный мониторинг (геоэкологический или природно-хозяйственный)

Его содержание заключается в наблюдениях над изменениями геосистем и их преобразованием в природно – технические (агросистемы, городскую среду, среду индустриальных районов).

Основные системы геоэкологического мониторинга:

— Изучить естественные ресурсы окружающей среды, используемые в хозяйственной деятельности.

— Оценить происхождение и взаимосвязи процессов и явлений в окружающей среде.

— Предсказать неблагоприятные для людей и биоты в целом изменения окружающей среды.

При изучении естественных ресурсов одним из важнейших свойств природных экосистем является их биологическая продуктивность (БПЭ), поэтому в геосистемный мониторинг должны быть включены индикаторы биологической продуктивности, как для природных, так и для преобразованных человеком природно-технических экосистем (агросистем, лесных насаждений и т. д.).

Важное значение для оценки состояния окружающей среды к

самоочистке имеет Единая система очистки (ЕСО). Это способность обуславливается существованием в природных экосистемах определенных трофических и других связей между продуцентами, консументами и редуцентами, объемом и интенсивностью естественного биологического круговорота веществ. Наблюдая за показателями ЕСО, получаем возможность не только определять «перегрузку» природных экосистем продуктами загрязнения, но и допустимую предельную нагрузку (ДПН) той или иной геосистемы. Нарушение динамического равновесия геосистемы в результате радикального изменения естественных потоков вещества и энергии, нарушение их динамики и балансов, приводит к развитию необратимых явлений и процессов, превышающих пределы устойчивости геосистемы и ее последующему разрушению.

Геосистемный мониторинг базируется на геофизических, гео- и биохимических и биологических методах наблюдений, использует не только сеть станций (пунктов) биоэкологического мониторинга, но и систему ключевых (тестовых) площадей. На таких тестовых (ключевых) полигонах отрабатываются геосистемные тесты (индикаторы) типа ПДК БПЭ ЕСО. На них должны осуществляться также слежение за состоянием основных (для данной природной зоны или региона) геосистем:

- а. природные, находящиеся в заповедном (естественном) состоянии;
- б. главные природно – технические (прежде всего типичные сельскохозяйственные экосистемы);
- в. антропогенные (оптимизированные или управляемые геосистемы, например, городские).

На первой группе полигонов основным объектом наблюдения должны быть биологические круговороты и их нарушения, а также выработка ПДК, БПЗ, ЕСО.

На второй группе полигонов – наблюдения за характеристиками степени использования естественных ресурсов природных экосистем в интересах хозяйства, например, производства биомассы.

На третьей группе полигонов должна обрабатываться действенность методов управления процессами природных условий и ресурсов с точки зрения сохранения и улучшения окружающей среды.

Биосферный мониторинг

Он обеспечивает наблюдение, контроль и прогноз возможных изменений биосферы в глобальном масштабе, т.е. в отношении биосферы,

как среды для всего человечества и ее изменений, вызванных деятельностью общества.

Основной задачей биосферного мониторинга будут наблюдения за главными параметрами современной биосферы с целью отслеживания периодических направленных изменений, прежде всего для существования и жизнедеятельности человека, выявление их причин. В число таких параметров должны входить:

1. геофизические характеристики (солнечная радиация как главный показатель энергетической базы всех биосферных процессов);
2. содержание в атмосфере озона, парниковых газов (O_3 , CO_2 , CH_4 , NO и др.) и аэрозолей;
3. мировой водный баланс и глобальный круговорот влаги;
4. радиоактивность и трансграничный перенос загрязняющих веществ.

При решении задач биосферного мониторинга необходимо использовать в первую очередь данные существующих сетей наблюдений: гидрометеорологической, санитарно – гигиенической и эпидемиологической, рыбохозяйственной, сейсмической и др.

В систему глобального (фоновое) мониторинга входят биосферные станции – заповедники (БСЗ). Их задачи следующие:

1. Проведение рутинных наблюдений и наблюдений за состоянием тех мест, которые характеризуют современное состояние биосферы и ее антропогенные изменения.
2. Проведение постоянных, периодических и нерегулярных целевых исследований различных экосистем для выработки научно – обоснованных нормативных параметров для контроля состояния окружающей среды.
3. Сохранение природных экосистем и генофонда растений и животных, разработка научных основ природопользования.

БСЗ должна иметь зонированную структуру:

- центральную зону (должна быть удалена от источника загрязнения не менее, чем на 50 – 100 км);
- буферную (переходную);
- экспериментально – демонстрационную.

В центральной зоне главным объектом наблюдения должны быть фоновые параметры. *В буферной* – характеристика степени использования природных ресурсов в природно – технических экосистемах.

В Республике Беларусь в настоящее время имеется три заповедника:

- Березинский биосферный;

- Припятский ландшафтно-гидрологический;
 - Полесский государственный радиационно-экологический;
- Два национальных парка Республики Беларусь:
- Беловежская пуца
 - Браславские озера.

В последующие годы планируется создание нескольких новых заповедников и национальных парков.

Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС) в Республике Беларусь

Национальная система мониторинга призвана решать следующие задачи:

1. регулярное наблюдение за состоянием природных экосистем;
2. сбор, обработка (обобщение), хранение и использование экологической информации;
3. оценка фактического состояния природных экосистем, выявление критических ситуаций и источников экологической опасности;
4. определение оптимальной структуры сети мониторинга;
5. составление краткосрочных и долгосрочных прогнозов;
6. оповещение о катастрофах, стихийных бедствиях и экологически опасных явлениях;
7. подготовка режимной информации для органов управления и общественности (обзоры, ежегодники и т. д.).

2. Словарь понятий

Окружающая среда – естественные элементы, а также объекты и явления, созданные человеком, с которыми организм находится в прямых и косвенных отношениях.

Природная среда – совокупность всех естественных условий, тел и явлений, с которыми организм находится в прямых и косвенных отношениях.

Мониторинг окружающей среды – система наблюдений, оценки и прогноза изменений окружающей среды под влиянием естественных и антропогенных факторов для предупреждения возможных критических ситуаций, небезопасных для здоровья людей и других живых организмов, их сообществ, а также других природных объектов и процессов.

3. Материалы, использованные в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 13) Понятие мониторинга окружающей среды
- 14) Цели и задачи мониторинга
- 15) Виды мониторинга

3.2. Задание для практического занятия

Компьютерная экологическая программа «Озеро»

Цель работы: вывести водоем из запущенного состояния и затем поддерживать качество воды в водоеме на уровне ПДК.

Общие сведения

Управляемая экологическая система «Озеро» включает в себя:

1. Водоем средних размеров в черте города, разбитый на три зоны: промышленную, среднюю и культурную.
2. Приближенные предприятия, использующие воду озера для своих технологических процессов, загрязняя ее органикой и неорганикой.
3. Гидрометеослужбу, обеспечивающую краткосрочный прогноз.
4. Две стационарные станции ежедневного взятия проб воды в промышленной и средней зонах и одну передвижную – для взятия проб воды по необходимости в культурной зоне.
5. Службу управления качеством воды: подкачку чистой воды в промышленную зону, откачку воды из культурной зоны, искусственную аэрацию вод средней и культурной зон.
6. Финансирующий орган.

Управление экосистемой циклическое. В начале каждого цикла обучаемый оценивает:

- 1) состояние озера – качество воды в каждой зоне озера, уровень воды;
- 2) прогноз погоды на текущую декаду;
- 3) прогноз деятельности прибрежных предприятий по объему используемой воды и концепциям органики и неорганики в сточных водах;

4) имеющуюся в его распоряжении денежную сумму для расхода на перекачку воды и аэрацию.

Порядок работы

Подключения компьютера к сети 220 В.

Включение: 1) тумблеры блоков;
2) Ctrl – Alt – Delete;
3) ОК – нажать один раз мышью;
4) «Проводник» – нажать два раза мышью;
5) Диск С – нажать два раза мышью;
6) Lake – нажать два раза мышью.

Выключение: 1) F10, Esc;
2) Пуск – нажать один раз мышью;
3) Завершение работы – нажать один раз мышью;
4) Выключить – нажать один раз мышью;
5) Да – нажать один раз мышью.

Режимы, входящие в состав меню

Помощь – выдача на экран инструкции по работе с программой «Озеро». (При чтении инструкции двигать текст на экране можно при помощи клавиши «Page Up» и «Page Down»).

Управление – задание параметров (При задании параметров использовать клавиши «стрелка вправо», «стрелка влево», «стрелка вверх», «стрелка вниз»).

Состояние – показывает состояние экосистемы на определенную дату.

Работа – запуск системы на выбранный цикл.

Прогноз – показывает прогноз погоды на выбранную декаду, прогноз деятельности предприятий на текущую декаду.

Для выхода из программы использовать клавишу F10.

Краткое руководство по работе с программой

Обучаемый в игре выполняет роль диспетчера по управлению экологической системой. Его задача состоит в том, чтобы в течение первого месяца управления вывести озеро из запущенного состояния до уровня предельно допустимых концентраций (ПДК) по кислороду, органике и неорганике, а в течение второго месяца поддержать в озере качество воды на уровне ПДК. Не штрафуются превышение по кислороду в

1,5 раза.

После этого задачей обучаемого оказывается выбор:

- продолжительности очередного цикла (от 3 до 10 суток),
- мощности подкачки чистой и откачки загрязненной воды,
- интенсивности искусственной аэрации.

После ввода этих данных в ЭВМ моделируется естественное поведение экологической системы в течение длительности выбранного цикла.

Весь процесс в целом имеет следующие способности. Если уровень воды в озере выходит за пределы допустимых норм, то на одни сутки станции перекачки переводятся автоматически на режим подъема уровня или его снижения. Если выделенная на управление денежная сумма оказывается израсходованной раньше двухмесячного срока, то обучаемый в оставшиеся дни не может воздействовать на систему (экосистема развивается с отключенными станциями воды и ее аэрации). Начиная со второго месяца управления экосистемой, обучаемому начисляются штрафные баллы: по одному за каждый день, когда не было обеспечено качество воды. Обучаемый отстраняется от должности диспетчера после получения 16-го штрафного балла.

Таким образом, для успешного управления качеством воды в озере необходимо освоить закономерности, лежащие в основе водного баланса, превращения и деструкции веществ, насыщения воды кислородом, влияния метеоусловий на экологические процессы: необходимо научиться оптимальному планированию нескольких взаимосвязанных параметров управления в условиях ограничения суммарной стоимости расходов.

Внимание: для освоения работы с программой в диалоговом режиме не требуется специальной подготовки. Знакомство с условиями работы с терминалом, с экологической системой и ее закономерностями с целью обучения и оценкой деятельности обучаемого производит сама программа.

Порядок оформления практической работы

1. Название работы
2. Цель работы
3. Исходные данные
4. Полученные результаты (по компьютеру)
5. Вывод (анализ полученных результатов)

Литература:

1. Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. М.: Наука, 1985. 247 с.
2. Данилов – Дангильян В.И., Горшков В.Г., Арский Ю.М. и др. Окружающая среда между прошлым и будущим: мир и Россия. М.: ВИНТИ, 1994. 133 с.
3. Кочурова Б.И. Влияние хозяйственной деятельности на почвы СССР //География и природные ресурсы. 1982. № 1. С.8 – 15.
4. Колбасов О.С. Конференция ООН по окружающей среде и развитию // Изв. РАН. Сер. Географ. 1992. № 6. С. 47 – 54.
5. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде / Пер. с англ. Т. 1. М.: Прогресс-Пангея, 1993. С. 250.
6. Новиков Г.А. Основы общей экологии и охраны природы. Л.: Изд-во ЛГУ, 1979. С. 350.
7. Яблоков А.В., Остроумов С.А. Уровни охраны живой природы. М.: Наука, 1985. 175 с.

МОДУЛЬ 8 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВВЕДЕНИЕ

В модуле рассматриваются пути снижения загрязнения атмосферы промышленными выбросами. Методы очистки газообразных выбросов в атмосферу. Пути снижения загрязнения водоемов, методы и средства очистки сточных вод.

Схема изучения учебного материала

Тема занятий	Тип занятий	Вид занятий	Количество часов
1. Пути снижения загрязнения атмосферы	Изучение нового материала	Лекция	1
2. Пути снижения загрязнения водоемов	Изучение нового материала	Лекция	1

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Характеристика загрязненности воды нефтью

Методы очистки сточных вод выбирают в зависимости от их вида: бытовые, промышленные и дождевые.

Сточные воды нефтяной и нефтехимической промышленности содержат нефть, нефтепродукты и различные химические вещества (тетраэтилсвинец, фенолы и др.). Эти сточные воды можно классифицировать по *трем направлениям*: технологические процессы, в которых они получаются; методы вторичного использования воды и извлечения полезных веществ; дисперсный состав загрязняющего вещества.

По первому направлению классификации сточные воды можно разделить *на следующие*:

- воды, содержащиеся в сырье и исходных продуктах, – свободные и связанные;
- промывные воды, широко используемые для промывки продуктов и сырья;
- водные экстракты и адсорбционные жидкости, образующиеся при использовании воды в качестве экстрагента или адсорбента;
- охлаждающие жидкости для охлаждения аппаратов и продуктов;
- воды, образующиеся при работе насосов, от конденсации паров

воды, а также при мойке оборудования, помещений, тары;

- дождевые и снеговые воды с территории нефтебаз, насосных станций и т.д.

Два первых направления классификации не позволяют систематизировать примеси сточных вод для последующей разработки принципов выбора эффективных систем очистки. Третье направление классификации, предложенное Л.А. Кульским, с этой точки зрения является более подходящим. Его сущность заключается в том, что все сточные воды делятся по дисперсионному составу загрязняющего вещества на *четыре группы*:

- первая группа – сточные воды, содержащие нерастворимые в воде примеси с частицами размером 10^{-5} – 10^{-4} м и более;

- вторая группа – сточные воды, представляющие собой коллоидные растворы;

- третья группа – сточные воды, содержащие растворенные газы и молекулярно-растворимые органические вещества;

- четвертая группа – сточные воды, содержащие вещества, диссоциирующие на ионы.

Такая классификация позволяет для каждой группы предложить определенные методы очистки воды.

На нефтетранспортных предприятиях применяют все виды очистки сточных вод: механическую, физико-химическую и биологическую. Для выбора того или иного типа сооружений из выше перечисленных классификаций сточных вод более всего подходит классификация, предложенная Л.А. Кульским.

До недавнего времени количество растворенной нефти в воде практически не рассматривали. Поставленные Ю.П. Седлухо в Новополоцком политехническом институте исследования, дают возможность судить о растворимости разных нефтепродуктов в воде в зависимости от различных факторов.

При продолжительности контакта нефтепродуктов с водой без перемешивания последних количество нефтепродуктов, перешедших в воду, с увеличением времени возрастает. С увеличением контакта от 2 до 120 ч количество нефти в воде возрастает от 0,2 до 1,4 мг/л, дизельного топлива – от 0,2 до 0,8 мг/л, а растворимость бензинов зависит не только от времени, но и от метальных и метиленовых групп углеводородов, входящих в состав бензина. Для метальных и метиленовых групп концентрация бензина А-76 в воде при контакте от 2 до 120 ч

увеличивается от 1,4 до 11,9 мг/л, а для ароматических углеводородов при тех же параметрах в бензине А-76 – от 2,6 до 34 мг/л.

Как следует из предыдущих примеров количество растворенных нефтепродуктов в воде довольно значительно.

На нефтетранспортных предприятиях сбор сточных вод и их очистку ведут в зависимости от нефтехимических примесей и способов их очистки. В сточных водах нефтетранспортных предприятий находятся нефти и нефтепродукты, которые после отделения от воды можно использовать в народном хозяйстве. Химические примеси, как, например, тетраэтилсвинец отделяют специальными химическими методами. В этом случае целесообразно применять отдельный сбор сточных вод и комбинированную систему очистки.

При выборе системы сбора и очистки сточных вод руководствуются следующими основными положениями: необходимостью максимального уменьшения количества сточных вод и снижения содержания в них примесей; возможностью извлечения из сточных вод ценных примесей и их последующей утилизации; повторным использованием сточных вод (исходных и очищенных) в технологических процессах и системах оборотного водоснабжения.

Предложенную В.А. Проскуряковым и Л.И. Шмидтом классификацию основных методов очистки сточных вод на химических предприятиях можно использовать и на нефтетранспортных. Эта классификация разработана на основе классификации сточных вод по фазово-дисперсным и химическим характеристикам примесей. Имея данные по расходам сточных вод, их подробную характеристику, в том числе и по содержанию примесей, а также требования к очищенной воде, по схеме можно отобрать для проверки несколько методов. На основании экспериментальных исследований с учетом технико-экономических показателей выбирают оптимальный метод очистки сточных вод.

Выбор метода очистки сточных вод нефтетранспортных предприятий зависит от многих факторов: количества сточных вод различных видов, их расходов, возможности и экономической целесообразности извлечения примесей из сточных вод, требований к качеству очищенной воды при ее использовании для повторного и оборотного водоснабжения и сбросе в водоем, мощности водоема, наличия районных или городских очистных сооружений. Очистка нефтесодержащих сточных вод должна обеспечивать: максимальное извлечение ценных примесей для использования их по назначению, применение очищенных сточных вод в

технических процессах и минимальный сброс сточных вод в водоем.

Для очистных сточных вод используют очистные сооружения *трех основных типов*: локальные, общие, и районные или городские.

На нефтебазах и насосных станциях трубопроводов применяют очистные сооружения общего типа, а в случае попадания в сточные воды особо вредных химических веществ – очистные сооружения локального типа. В зависимости от степени очистки сточных вод на очистных сооружениях локального или общего типа и характеристики водоема воды, либо направляют на районные или городские очистные сооружения, либо сбрасывают в водоем.

Очистные сооружения локального типа предназначены для обезвреживания сточных вод непосредственно после технологических цехов, имеющих вредные химические вещества, например, после резервуарного парка технологических коммуникаций, насосных станций, хранящих и перекачивающих этилированные бензины. Применение таких установок дает возможность избежать необходимости пропускать сточные воды предприятия через установки для извлечения из воды определенных химических веществ.

Очистные сооружения общего типа предназначены для очистки всех нефтесодержащих вод нефтетранспортного предприятия. Обычно эти очистные сооружения включают механическую, физико-химическую и биологическую очистки. *К сооружениям механической очистки* относятся: песколовки, нефтеловушки, отстойники, флотационные и фильтрационные установки и др. На этих сооружениях удаляют грубодисперсные примеси. *К сооружениям физико-химической очистки* относятся: флотационные установки с применением химических реагентов, установки с применением коагулянтов для коллоидных примесей. *К сооружениям биологической очистки* относятся: аэроостенки, биофильтры, биологические пруды и др.

Для доочистки сточных вод применяют реагентные методы: коагуляцию, флокуляцию, осаждение примесей, фильтрование, флотацию, адсорбцию, ионный обмен, обратный осмос и др.

Очистные сооружения районного или городского типа предназначены в основном для механической, физико-химической и биологической очистки сточных вод. Если на эти очистные сооружения направляют производственные сточные воды, то в них не должно быть примесей, которые могут нарушить нормальный ритм работы канализации и очистных сооружений.

Эти производственные воды не должны содержать: взвешенных и всплывающих веществ в количестве более 500 мг/л; веществ, способных засорять трубы канализационной сети или отлагаться на стенках труб; веществ, оказывающих разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений канализации; горючих примесей и растворенных газообразных веществ, способных образовывать взрывоопасные смеси в канализационных сетях и сооружениях; вредных веществ в концентрациях, препятствующих биологической очистке сточных вод или сбросу их в водоем (с учетом эффекта очистки).

Температура этих вод не должна превышать 40 °С. Не допускаются залповые сбросы сильно концентрированных сточных вод.

Методы очистки промышленных сточных вод

Методы, применяемые для очистки сточных вод, могут быть разделены *на три группы*: механические, физико-химические и биологические.

Механическую очистку сточных вод применяют преимущественно как предварительную. Механическая очистка обеспечивает удаление взвешенных веществ из бытовых сточных вод на 60 – 65%, а из некоторых производственных сточных вод на 90 – 95% и снижение БПК сточных вод до 20 – 25%. Задачи механической очистки заключаются в подготовке воды к физико-химической и биологической очисткам. Механическая очистка сточных вод является в известной степени самым дешевым методом их очистки, а поэтому всегда целесообразна наиболее глубокая очистка сточных вод механическими методами.

В настоящее время к очистке предъявляют большие требования. Это приводит к созданию высокоэффективных методов физико-химической очистки, интенсификации процессов биологической очистки, разработке технологических схем с сочетанием механических, физико-химических и биологических способов очистки и повторным использованием очищенных вод в технологических процессах.

Механическую очистку проводят для выделения из сточной воды находящихся в ней нерастворенных грубодисперсных примесей путем процеживания, отстаивания и фильтрования.

Для задержания крупных загрязнений и частично взвешенных веществ применяют процеживание воды через различные решетки и сита. Для выделения из сточной воды взвешенных веществ, имеющих большую

или меньшую плотность по отношению к плотности воды, используют отстаивание. При этом тяжелые частицы оседают, а легкие всплывают.

Сооружения, в которых при отстаивании сточных вод выпадают тяжелые частицы, называются *песколовками*.

Сооружения, в которых при отстаивании загрязненных промышленных вод всплывают более легкие частицы, называются в зависимости от всплывающих веществ *жироловками, маслоуловителями, нефтеловушками* и др.

Фильтрацию применяют для задержания более мелких частиц. В фильтрах для этих целей используют фильтровальные материалы в виде тканей (сеток), слоя зернистого материала или химических материалов, имеющих определенную пористость. При прохождении сточных вод через фильтрующий материал на его поверхности или в поровом пространстве задерживается выделенная из сточной воды взвесь.

Механическую очистку как самостоятельный метод применяют тогда, когда осветленная вода после этого способа очистки может быть использована в технологических процессах производства или спущена в водоемы без нарушения их экологического состояния. Во всех других случаях механическая очистка служит первой ступенью очистки сточных вод.

Физико-химическая очистка заключается в том, что в очищаемую воду вводят какое-либо вещество – реагент (коагулянт или флокулянт). Вступая в химическую реакцию с находящимися в воде примесями, это вещество способствует более полному выделению нерастворимых примесей, коллоидов и части растворимых соединений.

При этом уменьшается концентрация вредных веществ в сточных водах, растворимые соединения переходят в нерастворимые или в растворимые, но безвредные, изменяется реакция сточных вод (происходит их нейтрализация), обеспечивается окрашенная вода. Физико-химическая очистка дает возможность резко интенсифицировать механическую очистку сточных вод. В зависимости от необходимой степени очистки сточных вод физико-химическая очистка может быть окончательной или второй ступенью очистки перед биологической.

Биологическая очистка основана на жизнедеятельности микроорганизмов, которые способствуют окислению или восстановлению органических веществ, находящихся в сточных водах в виде тонких суспензий, коллоидов, в растворе и являются для микроорганизмов источником питания, в результате чего и происходит очистка сточных вод

от загрязнений.

Очистные сооружения биологической очистки можно разделить на *два основных типа*: сооружения, в которых очистка происходит в условиях, близких к естественным; сооружения, в которых очистка происходит в искусственно созданных условиях.

К первому типу относятся сооружения, в которых происходит фильтрование очищаемых сточных вод через почву (поле орошения и поле фильтрации) и сооружения, представляющие собой водоемы (биологические пруды) с проточной водой. В таких сооружениях питание микроорганизмов кислородом происходит за счет непосредственного поглощения его из воздуха. В сооружениях второго типа микроорганизмы питаются кислородом главным образом за счет диффундирования его через поверхность воды (реаэрация) или за счет механической аэрации.

В искусственных условиях биологическую очистку применяют в аэротанках, биофильтрах и аэрофильтрах. В этих условиях процесс очистки происходит более интенсивно, так как создаются лучшие условия для развития активной жизнедеятельности микроорганизмов.

При повышенных требованиях к очистке биологически очищенную воду очищают дополнительно. Наиболее широкое распространение в качестве сооружений для дополнительной очистки получили песчаные фильтры, главным образом двух- и многослойные, а также контактные осветлители (микрофильтры применяют реже).

Снижение концентрации трудноокисляемых веществ, фиксируемое значение ХПК очищенных вод, возможно методом сорбции, например активированным углем и химическим окислением или путем озонирования.

Очистка от биогенных элементов. Биологически очищенная вода содержит аммонийные азот и фосфор в значительной концентрации. Эти вещества способствуют усиленному развитию водной растительности, последующее непереносимое отмирание которой приводит к вторичному загрязнению водоема. Азот удаляют физико-химическими и биологическими методами, а фосфор только химическим – осаждением солями железа, алюминия и известью.

Дезинфекция очищенных сточных вод. В практике очистки сточных вод дезинфекцию осуществляют теми же приемами и средствами, что и при очистке природных вод. Наиболее часто применяют хлорирование газообразным хлором, а на станциях производительностью до 1000 м³/сут используют и хлорную известь.

Методы обработки осадка. При всех методах очистки сточных вод образуется осадок из нерастворимых веществ в первичных отстойниках, а при биологической очистке во вторичных отстойниках образуется еще больше осадка. В сыром состоянии (твердые вещества с водой) при очистке бытовых и некоторых производственных вод эти осадки являются опасными в санитарном отношении.

Для уменьшения количества органических веществ в осадке и придания ему лучших санитарных показателей осадок подвергают воздействию анаэробных микроорганизмов (брожению) и аэробной стабилизации ила в соответствующих сооружениях. К анаэробным сооружениям относятся септики, двухъярусные отстойники и метанстенки.

Для уменьшения влажности осадка сточных вод и его объема служат иловые пруды и площадки. Для обезвоживания осадка применяют различные механические приемы – вакуум-фильтрацию, фильтрпрессование, центрифугирование, а также термические сушку и сжигание. Биологические осадки часто используют в качестве удобрений и как белково-витаминные добавки к рационам питания животных.

При выборе метода очистки и обработки осадка сточных вод населенных пунктов и промышленных предприятий, а также места расположения и типа очистных сооружений необходимо в первую очередь выявлять возможность и целесообразность промышленного использования очищенных сточных вод и осадка.

При определении необходимой степени очистки сточных вод, выпускаемых в водоемы, следует руководствоваться СНиП и Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

На предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов, а также на газосборных пунктах и газобензиновых заводах сточные воды подразделяются на бытовые и производственные. Производственные воды нефтяных и газовых предприятий выпускают в производственно-дождевую канализацию. Эти воды в основном загрязнены нефтепродуктами (400 – 15 000 мг/л) и механическими примесями (100 – 600 мг/л). Для их очистки применяют механическую, физико-химическую и биологическую очистки.

Требования к степени очистки сточных вод нефтетранспортных предприятий

Выбор схемы канализации и состава очистных сооружений должен

осуществляться в зависимости от мощности предприятия, количества образующихся сточных вод, их загрязненности и места сброса, требований контролирующих органов к качеству очистки. Если сточные воды перекачиваются для очистки на очистные сооружения соседних предприятий, то необходимо организовать сбор сточных вод и предварительную очистку в соответствии с требованиями предприятия, принимающего стоки. Если стоки выпускаются в городскую канализационную сеть, в этом случае выполняются требования к сточным водам городской очистной станции. В зависимости от требований к степени очистки сточных вод применяют ту или иную схему очистки и выбирают методы очистки.

Выбор рациональной системы канализации и схемы очистки сточных вод имеет первостепенное значение для уменьшения загрязненности водоемов. При поступлении сточной воды в водоем качество воды в нем постепенно изменяется. До известного предела, называемого допустимым экологическим сдвигом, качество воды изменяется столь незначительно, что для дальнейшего использования она остается такой же безвредной, как и при полном отсутствии загрязняющих примесей.

Концентрация поступивших в водоем веществ не остается постоянной. Она изменяется, прежде всего, вследствие разбавления сточных вод и в результате различных химических, физико-химических и биохимических процессов взаимодействия, выделения, превращения и деструкции этих веществ.

Вещества, концентрация которых изменяется только путем разбавления, называют консервативными, а вещества, концентрация которых изменяется вследствие указанных выше процессов, – неконсервативными. Процессы, изменяющие свойства веществ, поступающих в водоем, называют процессами самоочищения. Совокупность разбавления и самоочищения составляет обезвреживающую способность водоема.

Качество воды в водоеме достигает границы экологического сдвига, если содержание загрязняющих примесей в ней составляет одну дозу. Эта доза соответствует предельно допустимой концентрации данного вещества.

Нередко считают, что санитарное состояние водоема при сбросе в него сточных вод, в которых загрязнения составляют предельно допустимые концентрации, не будет ухудшаться. Из формулы следует, что при концентрации вредного вещества, равной ПДК, санитарное состояние

водоема будет сохранено только в том случае, если в данной группе вредности будет содержаться только одно вещество. При наличии нескольких m веществ одного ЛПВ для обеспечения санитарного благополучия водоема концентрация каждого из них должна составлять лишь часть ПДК.

При приближении к единице величины $\sum_{z=1}^m \frac{C_{z-1}}{ПДК_{z-1}}$, значение $ДК^{z-1}_1$ будет приближаться к нулю, что может быть обеспечено лишь при очень глубокой очистке сбрасываемой воды от i -го компонента. Из этого можно сделать вывод, что при пользовании одного водоема несколькими предприятиями одинаковой ЛПВ, при недостаточной очистке воды на одном предприятии необходимо увеличить степень очистки на других предприятиях. В этом случае вопросы воздействия загрязнений на водоем необходимо решать комплексно. Особенно это важно для речных нефтебаз, которые расположены в бассейне одной реки.

Следовательно, при использовании методов расчета условий сброса сточных вод в водоем, можно определить концентрации веществ в контрольных пунктах при произвольных числах выпусков сточных вод и количества содержащихся в них загрязняющих компонентов.

Методы расчета сброса сточных вод важны и для прогнозирования самоочищения водоемов. Процесс самоочищения очень важен не только с точки зрения скорости восстановления чистоты водоема, но и с точки зрения биохимической деструкции веществ, поступающих в водоемы. В результате жизнедеятельности микроорганизмов в водоем попадают метаболиты, которые служат питательным субстратом для микроорганизмов, выделяющих другие метаболиты.

Так, при биохимическом окислении метанола в качестве метаболита используют формальдегид, который в свою очередь перерабатывается бактериями в муравьиную кислоту, также подвергающуюся дальнейшему биохимическому окислению. Параллельно с этими продуктами из потребляемого вещества частично образуются вода и углекислота. В результате биохимического окисления может образоваться конечный продукт, не поддающийся дальнейшей биологической деструкции. Такой продукт при БПК, равной нулю, может иметь существенную ХПК.

Таким образом, одновременно в воде водоема будут находиться загрязняющие вещества, сброшенные со сточными водами, промежуточные и конечные продукты жизнедеятельности микроорганизмов. В процессе самоочищения водоема все эти вещества будут находиться в меньших концентрациях, но могут быть более

токсичными по сравнению с первоначальным продуктом. Например, при биохимическом окислении многоатомных фенолов образуются хиноны, имеющие большую токсичность, чем исходное вещество. В этом случае происходит некоторое самозагрязнение водоема. Поэтому при расчете самоочищения водоемов необходимо учитывать превращение веществ в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Процесс самоочищения очень тесно связан с наличием кислорода в водоеме. В летний период при наличии реэрации поступление кислорода в водоем происходит в таких количествах, которые достаточны для биохимического окисления поступающих сточных вод (при правильном проектировании сбросов). В зимний период (после ледостава), когда прекращается реэрация, может наблюдаться достаточно глубокое обескислороживание воды несмотря на замедленность биохимического окисления при низкой температуре.

Поэтому при выборе типа очистных сооружений, схем очистки сточных вод и проектировании водосбросов в водоемы необходимо учитывать все факторы, влияющие на качество воды в водоеме, стоимость строительства и эксплуатации очистных сооружений и т.д.

При проектировании очистных сооружений нефтебаз для очистки производственных сточных вод необходимо знать, какими веществами и в каком количестве загрязнены эти воды. Примерный состав производственных сточных вод (мг/л) нефтебаз при pH – 7,2 – 7,8 следующий:

1. Нефтепродукты	400 – 12 000
2. Взвешенные вещества	100 – 600
3. Плотный осадок	600 – 850
4. Тетраэтилсвинец	1 – 2
5. БПК ₅	150 – 670

Однако в зависимости от характера операций на нефтебазах могут быть отклонения от этих значений. Так, при обработке подсланцевых и льяльных вод в них содержится до 190000 мг/л нефтепродуктов и до 500 мг/л механических примесей, а в промывных водах с установок и резервуаров и нефтяных зачинок содержится до 112000 мг/л нефтепродуктов, 9600 мг/л механических примесей и примерно 88300 мг/л соды.

В зависимости от параметров воды выбирают ту или иную систему очистки.

Основные мероприятия по защите окружающей среды

Защита окружающей среды – это комплексная проблема, требующая усилий ученых многих специальностей. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений. Важными направлениями экологизации промышленного производства следует считать: совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду; экологическую экспертизу всех видов производств и промышленной продукции; замену токсичных отходов на нетоксичные; замену не утилизируемых отходов на утилизируемые; широкое применение дополнительных методов и средств защиты окружающей среды.

В качестве дополнительных средств защиты применяют: аппараты и системы для очистки газовых выбросов, сточных вод от примесей; глушители шума при сбросе газов в атмосферу; виброизоляторы технологического оборудования; экраны для защиты от ЭМП и др. Эти средства защиты постоянно совершенствуются и широко внедряются в технологические и эксплуатационные циклы во всех I отраслях народного хозяйства.

Дополнительные средства защиты окружающей среды применяют на транспорте и передвижных энергоустановках. Это – глушители, сажеуловители, нейтрализаторы отработавших газов ДВС, глушители шума компрессорных установок и ГТДУ, виброизоляторы рельсового транспорта и т. д.

Важная роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнений: вынесение промышленных предприятий из крупных городов в малонаселенные районы с непригодными и малопригодными для сельскохозяйственного использования землями; оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности; установление санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий; рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая оптимальные экологические условия для человека и растений; организация движения транспорта с целью уменьшения выброса токсичных веществ в зонах

жилой застройки.

В охране окружающей среды необходимы службы контроля качества окружающей среды, которые должны вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почвы для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды. Полученная информация о загрязнениях позволяет быстро выявлять причины повышения концентраций вредных веществ и активно их устранять.

Очистка выбросов от газо- и парообразных загрязнителей

Создаваемые в промышленности газоочистные установки позволяют обезвреживать технологические и вентиляционные выбросы без или с последующей утилизацией уловленных примесей. Первый тип аппаратов характеризуется санитарными ограничениями, связанными с процессами удаления, транспортировки и захоронения уловленного продукта. Аппараты с выделением продукта в концентрированном виде и дальнейшем использовании его для нужд народного хозяйства наиболее перспективны. Производство таких установок – важный этап в разработке малоотходной и безотходной технологии.

Методы очистки промышленных выбросов от газообразных загрязнителей по характеру протекания физико-химических процессов делят на *пять основных групп*: промывка выбросов растворителями примесей (абсорбция); промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически (хемосорбция); поглощение газообразных примесей твердыми активными веществами (адсорбция); термическая нейтрализация отходящих газов и поглощение примесей путем применения каталитического превращения.

Метод абсорбции. В технике очистки газовых выбросов процесс абсорбции часто называют **скрубберным** процессом. Очистка газовых выбросов методом абсорбции заключается в разделении газовой смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов (абсорбатов) этой смеси жидким поглотителем (абсорбентом) с образованием раствора.

Движущей силой здесь является градиент концентрации на границе фаз газ – жидкость. Растворенный в жидкости компонент газовой смеси (абсорбат) благодаря диффузии проникает во внутренние слои абсорбента. Процесс протекает тем быстрее, чем больше поверхность раздела фаз, турбулентность потоков и коэффициенты диффузии, т. е. в

процессе проектирования абсорберов особое внимание следует уделять организации контакта газового потока с жидким растворителем и выбору поглощающей жидкости (абсорбента).

Решающим условием при выборе абсорбента является растворимость в нем извлекаемого компонента и ее зависимость от температуры и давления. Если растворимость газов при 0°С и парциальном давлении 101,3 кПа составляет сотни граммов на 1 кг растворителя, то такие газы называют хорошо растворимыми.

Для удаления из технологических выбросов таких газов, как аммиак, хлористый или фтористый водород, целесообразно применять в качестве поглотительной жидкости воду, так как растворимость их в воде составляет сотни граммов на 1 кг H₂O. При поглощении из газов сернистого ангидрида или хлора расход воды будет значительным, так как растворимость их составляет сотые доли грамма на 1 кг воды. В некоторых специальных случаях вместо воды применяют водные растворы таких химических веществ, как сернистая кислота (для улавливания водяных паров), вязкие масла (для улавливания ароматических углеводородов из коксового газа) и др.

Организация контакта газового потока с жидким растворителем осуществляется либо пропуском газа через насадочную колонну, либо распылением жидкости, либо барботажом газа через слой абсорбирующей жидкости. В зависимости от реализуемого способа контакта газ – жидкость различают: насадочные башни: форсуночные и центробежные скрубберы, скрубберы Вентури ; барботажно-пенные), тарельчатые и другие скрубберы.

Общее устройство противопоточной насадочной башни приведено на рис. 1.1. Загрязненный газ входит в нижнюю часть башни, а очищенный покидает ее через верхнюю часть, куда при помощи одного или нескольких разбрызгивателей 2 вводят чистый поглотитель, а из нижней отбирают отработанный раствор. Очищенный газ обычно сбрасывают в атмосферу. Жидкость, покидающую абсорбер, подвергают регенерации, десорбируя загрязняющее вещество, и возвращают в процесс или выводят в качестве отхода (побочного продукта). Химически инертная насадка 1, заполняющая внутреннюю полость колонны, предназначена для увеличения поверхности жидкости, растекающейся по ней в виде пленки. В качестве насадки используют тела разной геометрической формы, каждая из которых характеризуется собственной удельной поверхностью и сопротивлением движению газового потока. Типичные формы насадок

показаны на рис. 1.2. Материалы для изготовления насадок (керамика, фарфор, пластмассы, металлы) выбираются исходя из соображений антикоррозионной устойчивости.

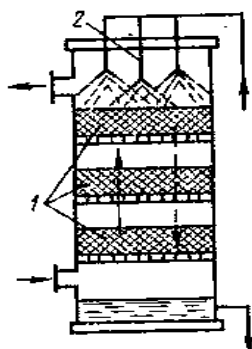


Рис. 1.1 Орошаемая противопоточная насадочная башня

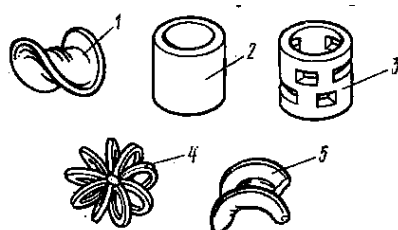


Рис. 1.2. Формы стандартных элементов насадок:

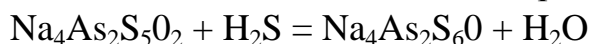
1 – седло Берля; 2 – кольцо Рашига; 3 – кольцо Палля; 4 – розетка Теллера; 5 – седло «Инталокс»

Большое распространение получили башни с колпачковыми тарелками. На рис. 1.2 изображена схема устройства тарельчатого абсорбера, в котором вместо насадки установлено несколько тарелок. Каждая тарелка снабжена колпачками 2 с зубчатыми краями, патрубками 3 и переливными трубками 4. Абсорбент в этих аппаратах стекает от тарелки к тарелке по переливным вертикальным трубкам. Очищаемый газ движется снизу вверх в направлении, указанном стрелками, барботируя через слой жидкости. При прохождении между зубцами колпачков газ разбивается на множество струек и пузырьков, в результате чего образуется большая поверхность соприкосновения взаимодействующих веществ. Иногда вместо колпачковых тарелок применяют перфорированные пластины с большим количеством мелких отверстий (диаметр ~6 мм), которые создают пузырьки газа одинаковой формы и размера. Более мелкие отверстия затрудняют стечение промывной жидкости особенно при значительных расходах газа.

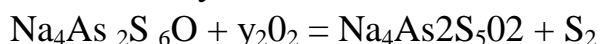
Метод хемосорбции основан на поглощении газов и паров <1 твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений. Поглотительная способность

хемосорбента почти не зависит от давления, поэтому хемосорбция более выгодна при небольшой концентрации вредных веществ в отходящих газах. Большинство реакций, протекающих в процессе хемосорбции, являются экзотермическими и обратимыми, поэтому при повышении температуры раствора образующееся химическое соединение разлагается с выделением исходных элементов. На этом принципе основан механизм десорбции хемосорбента.

Примером хемосорбции может служить очистка газовой смеси от сероводорода с применением мышьяковщелочного, этаноламинового и других растворов. При мышьяковщелочном методе извлекаемый из отходящего газа сероводород связывается оксисульфидом мышьяка, находящейся в водном растворе:



Регенерацию раствора производят окислением кислорода, содержащегося в очищаемом воздухе:



В этом случае в качестве побочного продукта получается сера.

Основным видом аппаратуры для реализации процессов хемосорбции служат насадочные башни, пенные и барботажные скрубберы, распылительные аппараты типа труб Вентури и аппараты с различными механическими распылителями. В промышленности распространены аппараты с подвижной насадкой, к достоинствам которых относятся высокая эффективность разделения при умеренном гидравлическом сопротивлении, а также большая пропускная способность по газу.

На рис. 1.3 показана принципиальная схема скруббера с подвижной насадкой. В верхней части аппарата установлен ороситель 1, а под ним размещены верхняя 2 и нижняя опорная 5, ограничительные решетки, между которыми находится подвижная насадка. К опорной решетке меньшим основанием прикреплен расширяющийся усеченный кольцевой элемент 4, делящий пространство опорной решетки на кольцевую 3 и центральную 6 зоны. В качестве насадочных тел используют полые, сплошные и перфорированные шары, а также кольца, полукольца, кубики, скрещенные сплошные и перфорированные диски.

Обрабатываемый газ подается в аппарат под опорную решетку и делится на два потока: центральный и кольцевой. При прохождении кольцевой зоны поток газа сужается, увеличивает скорость движения, вступает в контакт с прижимаемыми к стенке элементами подвижной

насадки и перемещает их от стенки в центральный поток. Насадка совершает пульсационное движение в центральном и прилегающем к стенке аппарата потоках, турбулизирует взаимодействующие фазы и обеспечивает высокую эффективность обработки газа жидкостью. В тех случаях, когда в результате процесса выпадает осадок, подвижная насадка удаляет его со стенок корпуса аппарата или опорной решетки.

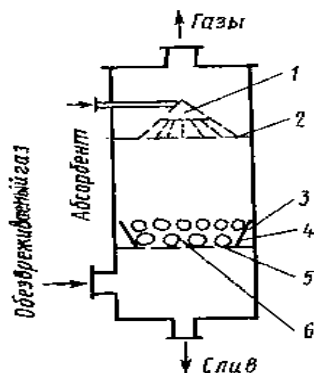


Рис. 1.3. Скруббер с подвижной насадкой

Метод адсорбции основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси. В пористых телах с капиллярной структурой поверхностное поглощение дополняется капиллярной конденсацией.

Адсорбция подразделяется на физическую адсорбцию и хемосорбцию. При физической адсорбции молекулы газа прилипают к поверхности твердого тела под действием межмолекулярных сил притяжения (силы Ван-дер-Ваальса). Высвобождающаяся при этом теплота зависит от силы притяжения и по порядку значения (как правило, они находятся в пределах от 2 до 20 кДж/моль) совпадает с теплотой конденсации паров. Преимущество физической адсорбции – обратимость процесса. При уменьшении давления адсорбата в потоке газа либо при увеличении температуры поглощенный газ легко десорбируется без изменения химического состава. Обратимость данного процесса исключительно важна, если экономически выгодно рекуперировать адсорбируемый газ или адсорбент.

В основе хемосорбции лежит химическое взаимодействие между адсорбатом и адсорбируемым веществом. Действующие при этом силы сцепления значительно больше, чем при физической адсорбции соответственно и высвобождающаяся при хемосорбции теплота существенно больше и по порядку значения (от 20 до 400 кДж/моль) совпадает с теплотой реакции. Ввиду большой теплоты адсорбции энергия,

необходимая для взаимодействия хемосорбированной молекулы с молекулой другого сорта, может быть существенно меньше энергии, необходимой для реакции молекул двух различных видов непосредственно в газовой фазе, т. е. поверхность твердого вещества может оказаться катализатором, увеличивающим скорость некоторых химических реакций. Процесс хемосорбции, как правило, необратим: при десорбции меняется химический состав адсорбата. Поэтому если желательна регенерация адсорбента или рекуперация адсорбата, то адсорбирующую среду следует выбирать таким образом, чтобы преобладали процессы физической адсорбции.

В качестве адсорбентов или поглотителей применяют вещества, имеющие большую площадь поверхности на единицу массы. Так, удельная поверхность активированных углей достигает $10^5 - 10^8$ м²/кг. Их применяют для очистки газов от органических паров, удаления неприятных запахов и газообразных примесей, содержащихся в незначительных количествах в промышленных выбросах, а также летучих растворителей и целого ряда других газов. В качестве адсорбентов применяют также простые и комплексные оксиды (активированный глинозем, силикагель, активированный оксид алюминия, синтетические цеолиты или молекулярные сита), которые обладают большей селективной способностью, чем активированные угли. Однако их нельзя использовать для очистки очень влажных газов. Некоторые адсорбенты иногда пропитывают соответствующими реактивами, повышающими эффективность адсорбции, так как на поверхности адсорбента происходит хемосорбция.

Термическая нейтрализация. Метод основан на способности горючих токсичных компонентов (газы, пары и сильно пахнущие вещества) окисляться до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газовой смеси. Этот метод применяется в тех случаях, когда объемы выбросов велики, а концентрации загрязняющих веществ превышают 300 млн.

Методы термической нейтрализации вредных примесей во многих случаях имеют преимущества перед методами адсорбции и абсорбции. Отсутствие шламового хозяйства, небольшие габариты очистных установок, простота их обслуживания, а в ряде случаев и пожарная автоматизация их работы, высокая эффективность обезвреживания при низкой стоимости очистки и другие положительные качества явились причиной их широкого распространения в машиностроительной

промышленности. Область применения метода термической нейтрализации вредных примесей ограничивается характером образующихся при окислении продуктов реакции. Так, при сжигании газов, содержащих фосфор, галогены, серу, образующиеся продукты реакции по токсичности во много раз превышают исходный газовый выброс. Исходя из этого, метод термического обезвреживания применим для выбросов, включающих токсичные компоненты органического происхождения, но не содержащие галогены, серу и фосфор.

Различают *три схемы термической нейтрализации* газовых выбросов: прямое сжигание в пламени, термическое окисление и каталитическое сжигание. Прямое сжигание в пламени и термическое окисление осуществляют при температурах 600 – 800°C; каталитическое сжигание — при 250 – 450°C. Выбор схемы нейтрализации определяется химическим составом загрязняющих веществ, их концентрацией, начальной температурой газовых выбросов, объемным расходом и предельно допустимыми нормами выброса загрязняющих веществ.

Прямое сжигание следует использовать только в тех случаях, когда отходящие газы обеспечивают подвод значительной части энергии, необходимой для осуществления процесса. Из экономических соображений этот вклад должен превышать 50 % общей теплоты сгорания. При проектировании устройств прямого сжигания необходимо знать пределы взрываемости или воспламеняемости сжигаемых отходов и газообразного топлива в смесях с воздухом. Эти данные показывают, будет ли данный вид газообразных отходов поддерживать горение без дополнительного подвода топлива. Для безопасности транспортировки сжигание газов в промышленных масштабах осуществляется при концентрациях горючих компонентов не более 25 % от нижнего предела взрываемости.

Одна из проблем, затрудняющих осуществление прямого сжигания, связана с тем, что температура пламени может достигать 1300 °C. При наличии достаточного избытка воздуха и длительном выдерживании газа при высокой температуре это приводит к образованию оксидов азота. Тем самым процесс сжигания, обезвреживая загрязняющие вещества одного типа, становится источником загрязняющих веществ другого типа.

Примером процесса прямого сжигания является сжигание углеводородов, содержащих токсичные газы (например, цианистый водород), непосредственно в факеле, т. е. просто в открытой горелке, направленной вертикально вверх. Факел применяют главным образом для

сжигания горючих отходов, с трудом поддающихся другим видам обработки.

Существует ряд конструктивных решений, позволяющих осуществлять прямое сжигание вредных примесей в замкнутой камере. Основные требования, предъявляемые к конструкциям таких камер, – обеспечение высокой степени турбулентности газового потока и времени пребывания его в камере в пределах 0,2 – 0,7 с. Типичными областями применения камерных дожигателей с открытым пламенем является дожигание газов для удаления органических отходов от лакокрасочных цехов, отходящих газов стержневых печей, и оксидов азота, образующихся в процессе нитрования.

Термическое окисление применяют либо когда отходящие газы имеют высокую температуру, но в них нет достаточного количества кислорода, либо когда концентрация горючих примесей настолько низка, что они не обеспечивают подвод теплоты, необходимой для поддержания пламени.

Важнейшими факторами, которые должны учитываться при проектировании устройств термического окисления, время, температура и турбулентность. Время в аппарате должно быть достаточным для полного сгорания горючих компонентов. Обычно оно составляет от 0,3 до 0,8 с. Турбулентность характеризует степень механического перемешивания, необходимого для обеспечения эффективного контактирования кислорода и горючих примесей. Рабочие температуры зависят от характера горючих примесей. Так, при окислении углеводородов рациональный интервал температур 500 – 760°C, при окислении оксида углерода 680 – 800°C, при устранении запаха посредством окисления 480 – 680°C.

Если отходящие газы имеют высокую температуру, то процесс дожигания происходит в камере с подмешиванием свежего воздуха. Так, например, происходит дожигание оксида углерода в газах, удаляемых системой вентиляции от электродуговых плавильных печей, дожигание продуктов неполного сгорания (СО и С₂Н₂) автомобильного двигателя непосредственно на выходе из цилиндров в условиях добавки избыточного воздуха.

Биохимические методы газоочистки основаны на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения. Разложение веществ происходит под действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами под влиянием отдельных соединений или группы веществ, присутствующих в очищаемых газах.

Биохимические методы газоочистки более всего применимы для очистки отходящих газов постоянного состава. При частом изменении состава газа микроорганизмы не успевают адаптироваться к новым веществам и вырабатывают недостаточное количество ферментов для их разложения, в результате чего биологическая система будет обладать слабой разрушающей способностью по отношению к вредным компонентам газов. Высокий эффект газоочистки достигается при условии, что скорость биохимического окисления уловленных веществ больше скорости их поступления из газовой фазы.

Различают *две группы аппаратов* биохимической очистки газов: биофильтры и биоскрубберы. **Биоскрубберами** называют абсорбционные аппараты (абсорберы, скрубберы), в которых орошающей жидкостью (абсорбентом) служит водяная суспензия активного ила. Содержащиеся в очищаемых газах вредные вещества улавливаются абсорбентом и расщепляются микроорганизмами активного ила. Так как биохимические реакции протекают с относительно небольшой скоростью, для обеспечения высокой эффективности работы газоочистной установки требуется промежуточная емкость, которая может быть выполнена в виде отдельного реактора или встроена в основание абсорбера.

В биофильтрах очищаемый газ пропускают через слой фильтра-насадки, орошаемой водой для создания необходимой влажности, достаточной для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов. Насадкой служат природные (почва, торф, компост и др.) или искусственные материалы. При использовании последних, на них предварительно выращивают биологически активную пленку орошением водой или суспензией активного ила.

Способность активного ила к расщеплению уловленных веществ устанавливается по соотношению полной биохимической потребности в кислороде (БПК_п) до начала процессов нитрофикации и химической потребности в кислороде (ХПК), которая характеризует окисление вещества до диоксида углерода и воды. При отношении БПК_п: ХПК 0,5 вещества поддаются биохимическому окислению.

Эффективная работа биофильтров обеспечивается за счет равномерного распределения очищаемого воздуха по всей фильтрующей поверхности, равномерной влажности (20 – 50 %) и плотности фильтрующего слоя, поддержания оптимальных температур (25 – 35°C) и значения pH 6,5 – 8,5.

Выбор метода очистки определяется технико-экономическим

расчетом и зависит от: концентрации загрязнителя в очищаемом газе и требуемой степени очистки, зависящей от фонового загрязнения атмосферы в данном регионе; объемов очищаемых газов и их температуры; наличия сопутствующих газообразных примесей и пыли; потребности в тех или иных продуктах утилизации и наличии требуемого сорбента; размеров площадей, имеющих для сооружения газоочистной установки; наличия необходимого катализатора, природного газа и т. д.

При выборе аппаратного оформления для новых технологических процессов, а также при реконструкции действующих установок газоочистки необходимо руководствоваться следующими требованиями:

- максимальная эффективность процесса очистки в широком диапазоне нагрузочных характеристик при малых энергетических затратах;
- простота конструкции и ее обслуживания;
- компактность и возможность изготовления аппаратов или отдельных узлов из полимерных материалов;
- возможность работы на циркуляционном орошении или на самоорошении.

Главный принцип, который должен быть положен в основу проектирования очистных сооружений, – это максимально возможное удержание вредных веществ, теплоты и возврат их в технологический процесса.

Снижение токсичности выбросов транспортно – энергетических установок

Повышение экологических показателей автомобиля возможно за счет проведения комплекса мероприятий по совершенствованию его конструкции и режима эксплуатации. К улучшению экологических показателей автомобиля приводят:

- повышение его экономичности;
- замена бензиновых ДВС на дизельные;
- перевод ДВС на использование альтернативных топлив (сжатый или сжиженный газ, этанол, метанол, водород и др.);
- применение нейтрализаторов отработавших газов ДВС;
- совершенствование режима работы ДВС и технического обслуживания автомобиля.

Повышение топливной экономичности автомобиля достигается главным образом за счет совершенствования процесса сгорания в ДВС: послойное сжигание топлива; форкамерно-факельное сжигание;

применение подогрева и испарения топлива во впускном тракте; использование электронного зажигания. Дополнительными резервами повышения экономичности автомобиля являются:

— снижение массы автомобиля за счет усовершенствования его конструкции и применения неметаллических и высокопрочных материалов (например, автомобиль ВАЗ-2108 имеет массу на 100 кг меньше, чем его предшественники; у автомобиля «Москвич» Ижевского автозавода снижена масса на 272 кг по сравнению с первыми выпусками этой модели);

— улучшение аэродинамических показателей кузова (последние модели легковых автомобилей обладают, как правило, на 30 – 40% меньшим коэффициентом лобового сопротивления);

— снижение сопротивления воздушных фильтров и глушителей, отключения вспомогательных агрегатов, например вентилятора и т. п.;

— снижение массы перевозимого топлива (неполное заполнение баков) и массы инструментов.

Рассеивание выбросов в атмосфере

Распространение в атмосфере выбрасываемых из труб и вентиляционных устройств промышленных выбросов подчиняется законам турбулентной диффузии. На процесс рассеивания выбросов существенное влияние оказывают состояние атмосферы, расположение предприятий и источников выбросов, характер местности, физические и химические свойства выбрасываемых веществ, высота источника, диаметр устья и т. п. Горизонтальное перемещение примесей определяется в основном скоростью ветра, а вертикальное – распределением температур в вертикальном направлении.

На рис. 1.4 показано распределение концентрации вредных веществ в атмосфере над факелом организованного высокого источника выброса. По мере удаления от трубы в направлении распространения промышленных выбросов можно условно выделить *три зоны загрязнения атмосферы*: переброс факела выбросов, характеризующийся относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое атмосферы; задымление с максимальным содержанием вредных веществ и постепенное снижение уровня загрязнения.

Зона задымления является наиболее опасной для населения и должна быть исключена из селитебной застройки. Размеры этой зоны в

зависимости от метеорологических условий находятся в пределах 10 – 49 высот трубы.

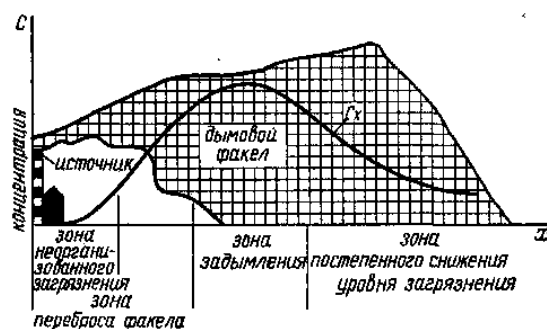


Рис. 1.4. Распределение концентрации вредных веществ в атмосфере от организованного высокого источника выбросов

Максимальная концентрация прямо пропорциональна производительности источника и обратно пропорциональна квадрату его высоты над землей. Подъем горячих струй почти полностью обусловлен подъемной силой газов, имеющих более высокую температуру, чем окружающий воздух. Повышение температуры и момента количества движения выбрасываемых газов приводит к увеличению подъемной силы и снижению их приземной концентрации.

При выбросах через высокие трубы или при факельном выбросе в условиях безветрия рассеивание вредных веществ происходит главным образом под действием вертикальных потоков. Высокие скорости ветра увеличивают разбавляющую роль атмосферы, способствуя более низким приземным концентрациям в направлении ветра. Движение загрязняющих веществ вместе с воздушными массами, перемещаемыми ветром, приводит к тому, что турбулентные вихри изгибают, разрывают поток и перемешивают его с окружающими воздушными массами. Разбавление вдоль оси струи пропорционально средней скорости ветра v_m на высоте струи. Вместе с тем с увеличением v_m уменьшается высота факела над устьем трубы. Поэтому для источников выбросов вводят понятие **опасной скорости ветра**, при которой приземные концентрации имеют наибольшие значения. Для того чтобы предотвратить отклонение струи вблизи от горловины трубы, скорость выбрасываемого газа w_r должна вдвое превышать опасную скорость ветра на уровне горловины трубы.

Распространение газообразных примесей и пылевых частиц диаметром менее 10 мкм, имеющих незначительную скорость осаждения, подчиняется общим закономерностям. Для более крупных частиц эта закономерность нарушается, так как скорость их осаждения под действием силы тяжести возрастает. Поскольку при очистке токсичной пыли крупные

частицы улавливаются, как правило, легче, чем мелкие, в выбросах остаются очень мелкие частицы, их рассеивание в атмосфере рассчитывают так же, как и газовые выбросы.

Согласно СНиП 2.04.05 – 86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» предельно допустимая концентрация пыли c_n , мг/м³, в технологических и вентиляционных выбросах, подвергаемых рассеиванию, определяется в зависимости от объема выбрасываемого воздуха L , тыс. м³/ч. При объеме более 15 тыс. м³/ч $c_n = 100 k$; при объеме 15 тыс. м³/ч и менее $c_n = (160 - AL)$, где k – коэффициент, принимаемый в зависимости от ПДК_{рз} пыли в воздухе рабочей зоны помещения на постоянных рабочих местах:

ПДК _{рз} , мг/м ³	<2	>2..4	>4..6	>6..10
k	0,3	0,6	0,8	1,0

Выбросы воздуха с концентрацией пыли, превышающей c_n , не допускается рассеивать в атмосферу без предварительной очистки. При устройстве систем очистки запыленного воздуха от пыли с частицами размером 20 мкм и более эффективность очистки должна быть не менее 0,90.

В зависимости от расположения и организации выбросов источники загрязнения воздушного пространства подразделяют на затененные и незатененные, линейные и точечные. Точечные источники используют, когда удаляемые загрязнения сосредоточены в одном месте. К ним относят выбросные трубы, шахты, крышные вентиляторы и другие близко расположенные источники. Выделяющиеся из них вредные вещества при рассеивании в циркуляционной зоне не накладываются одно на другое на расстоянии двух высот здания (с заветренной стороны). Линейные источники имеют значительную протяженность в направлении, перпендикулярном к ветру. Это аэрационные фонари, открытые окна, близко расположенные вытяжные шахты и крышные вентиляторы. Незатененные, или высокие, источники свободно расположены в недеформированном потоке ветра. К ним относят высокие трубы, а также точечные источники, удаляющие загрязнения на высоту, превышающую $2,5 H_{зд}$. Затененные, или низкие, источники расположены в зоне подпора или аэродинамической тени, образующейся на здании или за ним (в результате обдувания его ветром) на высоте $h < 2,5 H_{зд}$.

Основным документом, регламентирующим расчет рассеивания и определения приземных концентраций выбросов промышленных предприятий, является «Методика расчета концентраций в атмосферном

воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86». В основу методики положено условие, при котором суммарная концентрация каждого вредного вещества не должна, превышать максимальную разовую предельно допустимую концентрацию данного вредного вещества в атмосферном воздухе, т. е.

$$C_{\Sigma} = (C_m + C_{\phi}) \leq ПДК,$$

где C_m – максимальная концентрация загрязняющих веществ в приземном воздухе, создаваемая источниками выбросов, мг/м³; C_{ϕ} – фоновая концентрация одинаковых или однонаправленных вредных веществ, характерная для данной местности (принимается по справке органов санитарно-эпидемиологической службы), мг/м³. При одновременном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих аддитивными свойствами для каждой точки местности, должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_{mi} + C_{\phi i}}{ПДК_i} \leq 1,$$

где i – означает i -ю примесь.

При выбросе в атмосферу одного или более однонаправленных загрязняющих веществ из нескольких источников (одинаковой или разной высоты), расположенных на значительном расстоянии друг от друга, загрязнения приземного слоя атмосферы рассчитывают для каждой трубы. Полученные результаты для данной точки местности суммируют с учетом падения концентраций в перпендикулярном ветру направлении y . В зависимости от соотношения валовых выбросов из источников и расстояния между ними в перпендикулярном по отношению к ветру направлении максимальная суммарная концентрация загрязняющих веществ будет находиться или на оси источника большей мощности, или между источниками, но ближе к источнику большей мощности.

В случае расчета рассеивания выбросов, выделяемых в атмосферу через трубы одинаковой высоты, расположенные на близком расстоянии друг от друга, трубы следует принимать за один эквивалентный источник такой же высоты с суммарным количеством загрязняющих веществ. При расположении более двух соседних точечных источников по одной линии и совпадении с нею направления ветра выбросы будут накладываться один на другой, что приведет к увеличению приземных концентраций. Шахматное расположение сосредоточенных источников приводит к уменьшению концентрации примесей в приземном слое атмосферы.

2. Словарь понятий

Абсорбция – метод, основанный на поглощении газов и паров <1 твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений.

Адсорбция – метод, основанный на физических свойствах твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и концентрировать на поверхности отдельных компонентов из газовой смеси.

Хемлсорбция – метод, основанный на поглощении газов и паров <1 твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений.

Защита окружающей среды – это комплексная проблема, требующая усилий ученых многих специальностей.

Термическая нейтрализация – метод, основанный на способности горючих токсичных компонентов (газы, пары и сильно пахнущие вещества) окисляться до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газовой смеси.

Термическое окисление – метод, применимый либо когда отходящие газы имеют высокую температуру, но в них нет достаточного количества кислорода, либо когда концентрация горючих примесей настолько низка, что они не обеспечивают подвод теплоты, необходимой для поддержания пламени.

Биологическая очистка сточных вод – метод, основанный на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения.

3. Материалы, используемые в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 1) Характеристика Загрязненности воды нефтью
- 2) Методы очистки промышленных сточных вод
- 3) Требования к степени очистки сточных вод нефтетранспортных предприятий
- 4) Основные мероприятия по защите окружающей среды
- 5) Очистка выбросов от газо- и парообразных загрязнителей
- 6) Снижение токсичности выбросов транспортно – энергетических установок

7) Рассеивание выбросов в атмосфере

Литература:

1. Страус В. Промышленная очистка газов: Пер. с англ. Косого Ю. Я.- М.: Химия, 1981.
2. Мазур И.И. Шишов В.Н. Основы окружающей среды при строительстве нефтегазовых объектов: Учебник для техникумов.-М.: Недра, 1992-150 с.
3. Охрана окружающей среды: Учебник для техн. спец. Вузов/С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. Под ред. С.В. Белова. 2-е изд.- М.: Высш. Мк. 1991-319 с.
4. Роев Г.А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды: Учеб. для вузов.-М.: Недра. 1993-281 с.
5. Охрана окружающей среды: Учеб. для вузов./Под ред. С.А. Брылова и К. Штродки.-М.: Выс. Шк., 1985-275 с.
6. Устойчивое промышленное производство. Минимизация отходов, экологические и более чистые технологии и промышленная экология. Под ред. Джозефа Штралья Луидский университет Швеция. 1997-60 с.
7. Владимиров А.М., Ляхин. Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г., Охрана окружающей среды. Ленинград Гидрометеоздат 1991-442 с.
8. В.В. Маврищев. Основы экологии. Учебн. пособ. Мн. высш. шк., 2000 г. 317 с.

МОДУЛЬ 10
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НЕФТЕГАЗОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ВВЕДЕНИЕ

В модуле рассматриваются общие понятия охраны окружающей среды и инженерной экологии. Цели и задачи охраны окружающей среды и инженерной экологии в нефтегазовом строительстве. Источники техногенных воздействий на природную среду в нефтегазовом строительстве.

Схема изучения учебного материала

Тема занятий	Тип занятий	Вид занятий	Количество часов
Цели и задачи охраны окружающей среды и инженерной экологии	Изучение нового материала	Лекция	1
Источники техногенных воздействий на природную среду в нефтегазовом строительстве.	Изучение нового материала. Углубление, систематизация.	Лекция	1

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Общие понятия охраны окружающей среды и инженерной экологии

Под охраной окружающей среды надо понимать не изоляцию остатков естественной природы от негативных воздействий на нее человека посредством техники и технологии производства и строительства, транспорта и энергетики и т.п. Только овладев природными ресурсами, человек создал себе среду обитания, более приспособленную к его материальным и духовным потребностям. На современном этапе **охрана окружающей среды** есть сохранение природных ресурсов Земли путем их рационального использования и воспроизводства. Естественную природу в развитых странах сохраняют только в заповедниках и заказниках. Под них отводят 6 – 7 % территории (в нашей стране не более 2%, хотя, конечно, есть еще огромные пространства девственной природы). Полностью эта сравнительно новая научная дисциплина определяется как «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Охрана природы пронизывает теперь все сферы деятельности и охватывает поэтому большой круг естественных и гуманитарных знаний. Основу ее составляет *экология* – наука о среде обитания видов живой природы, в том числе человека, ставшего в последнее время центральной фигурой экологии.

Экология — молодая наука, возникшая на стыке географии, биологии, физиологии, геологии, климатологии и других наук, заложивших основы знаний о среде обитания и процессах в ней происходящих. Теперь, когда требуется активное позитивное вмешательство в процессы, происходящие в окружающей среде, на стыках дисциплин возникают новые направления в охране природы: конструктивная география, геология природно-технических геосистем и инженерная экология.

Инженерную экологию определяют как целенаправленную хозяйственную деятельность, основанную на экологических подходах, поддержании в регионе деятельности экологического равновесия и т.п. Более специальный раздел этой дисциплины: инженерная экология нефтегазового строительства – это природо- и ресурсосберегающие методы строительства нефтегазовых объектов с учетом критериев минимизации ущерба, экологической безопасности осваиваемых территорий и формируемых НГК, а также эколого-экономической результативности.

Инженерная экология НГК – это сложный комплекс мероприятий, работ, объектов, направленных на поддержание экологического баланса в системе «технология строительства – сооружаемый объект НГК – природная среда». Собственно природная среда в большинстве случаев является искусственным продуктом техногенно – антропогенных воздействий на естественную природу, но нефтегазовое строительство составляет исключение, так как освоение вновь открытых месторождений и прокладка большей части трубопроводов приходится на малоосвоенные и совсем неосвоенные районы.

Преобразованную полностью под свои нужды природную среду называют *техносферой*, в отличие от естественной природной среды – первичной *биосферы* – совокупности всех живых (биотических) и неживых (абиотических) компонентов, за исключением, может быть, только глубоких недр Земли, располагающихся ниже горизонтов сейсмических процессов.

Ее компоненты: атмосферу, гидросферу и литосферу с областью

криолитосферы (криолитозоны) населяют: флора (гидросферу и верхние почвенные горизонты литосферы) и фауна (все сферы). Гидросфера включает поверхностные пресные и соленые воды водоемов и водотоков и грунтовые воды верхних горизонтов литосферы, участвующие в круговороте воды. Литосфера – верхняя твердая оболочка земли, включающая земную кору и верхнюю мантию Земли, простирается на глубину 50 – 200 км. Мощность земной коры составляет от 10 км под дном океанов до 75 км – под континентами. Для изучения вопросов охраны природы НГС нас будет интересовать самый верхний горизонт литосферы (0 – 15 м) и криолитозоны (0 – 50 м). Эти глубины являются границами влияния нефтегазового строительства и сооружаемых объектов, за исключением скважин, в данной книге не рассматриваемых.

Техпроцессы НГС затрагивают (воздействуют) все компоненты биосферы, а также социосферу – местное коренное население районов освоения, охватывающее своей жизнедеятельностью литосферу (место обитания, обрабатываемые земли, пастбища, зоны рекреации и др.), гидросферу (промысел, транспорт, водопользование), и биоту: флору (потребление и культурное возделывание) и фауну (промысел, животноводство и т.п.).

С самых начальных моментов освоение нефтегазоносной территории и прокладки к ней коммуникаций, а от нее – трубопроводов начинаются **техногенные процессы** – изменение природной среды под воздействием строительно-производственной деятельности человека совокупности физико-химических процессов, сопровождающих НГС, а также **антропогенные процессы** – изменения природной среды под воздействием человеческой деятельности. Поскольку человек практически всегда теперь воздействует на природную среду посредством орудий и средств труда, т.е. техники и технологии, то далее будем говорить только о техногенных процессах и воздействиях, включающих и антропогенез в опосредованной форме.

Если речь идет о таких видах техногенных воздействий, как возведение промпредприятий, городов, поселков, гидростанций и т.п., то результатом техногенеза является техносфера, техногенные изменения компонентов в которой продолжаются и после строительства, в стадии функционирования.

Для того чтобы понять, какие процессы сопровождают переходы биосферы в техносферу, или в природно-техническую геосистему (ПТГ), надо определить ряд понятий, связанных с техногенными воздействиями и

процессами.

Источники техногенного воздействия – это средства и предметы труда, с помощью которых человек формирует в исходной биосфере какой-либо объект. В этом случае мы имеем дело с необходимыми прямыми техногенными воздействиями (рытье траншеи для трубопровода, выемка грунта из карьера для отсыпки основания и т.п.). Техногенные воздействия могут быть не необходимыми, как часто случается при строительстве в малоосвоенных районах: это внедорожные разезды по летней тундре на тяжелой технике, слив горючесмазочных материалов (ГСМ) или неочищенных стоков на рельеф, браконьерство и т.п. Возникающий при этом техногенез, является сверхнормативным. Все это случаи прямого первичного техногенного воздействия, приводящие к нормативному или сверхнормативному ущербу природной среды, появлению нарушенных территорий, на которых, вследствие техногенеза, могут активизироваться деструктивные природные процессы (экзогенные процессы).

Среди экзогенных процессов наиболее опасными являются эрозии (гидроэрозия, термоэрозия, ветровая эрозия) и опустынивание, которое характерно не только для зоны полупустынь и степей, но также и зоны тундры и других природно-климатических зон, где это явление менее опасно.

Эрозия – разрушение почв или других поверхностей с нарушением их целостности и изменением физико-химических свойств, сопровождаемой переносом частиц водой или ветром. Эрозия приводит к расчленению ландшафта, оврагообразованию, формы ее проявлений многообразны и зависят от состава и структуры эрозирующих поверхностей. Эрозия не только ухудшает качество земель, но и может угрожать устойчивости возводимых сооружений.

Опустынивание – процесс деградации растительных покровов и почв вследствие физических или химических воздействий, приводит к появлению участков оголенного грунта, переувлажнению и выдуванию незакрепленных грунтов. Как в южных, так и в северных районах опустынивание является прогрессирующим, саморастущим процессом, если им не управлять.

И эрозию, и опустынивание можно приостановить и ликвидировать, если своевременно провести мероприятия по закреплению поверхностей. Нарушенные территории, подвергшиеся техногенному воздействию, сами становятся источниками вторичного техногенеза, площадь нарушенных

территорий при этом растет даже после окончания прямых техногенных воздействий.

Особенно многообразны и опасны экзогенные процессы в криолитозоне, где вследствие техногенного нарушения поверхностных теплоизолирующих почворастительных покровов увеличивается глубина сезонного оттаивания ММГ и развиваются такие процессы, как термокаст, термоэрозия, термоабразия, солифлюкция, приводящие к выносу частиц, понижению поверхностей, или наоборот – морозное пучение, наледеобразование, рост повторно-жильных льдов и др.

Все эти процессы происходят на ландшафтах криолитозоны и без техногенного вмешательства, но с меньшей (фоновой) интенсивностью. Их активизация вследствие техногенных воздействий представляет серьезную угрозу для наземных и подземных сооружений, возведенных на ММГ.

Весьма опасны эрозионные процессы в береговой и русловой части водоемов, так как гидроэрозия – это самый интенсивный вид эрозии. При строительстве подводных переходов трубопроводов противоэрозионным работам надо уделять самое серьезное внимание.

Во всех случаях, когда мы встречаемся с большим динамическим диапазоном каких-либо природных процессов (годовые колебания температур, криопрцессы, сложный рельеф и склоновые процессы, пограничные зоны распространения продуктивной флоры, обводненные участки и др.), то определяем их как сложные (для строительства) природно-климатические условия. Сложные экологические условия (обстановка) возникают тогда, когда уже имеются значительные нарушенные территории, подвергшиеся техногенному воздействию: механическому разрушению поверхности или химическому загрязнению компонентов среды. Это обстоятельство накладывает дополнительные ограничения на допустимый уровень воздействий или загрязнений.

Для того чтобы определить условия строительства, предварительно исследуют ландшафты осваиваемой территории. **Ландшафт** – это однородная по происхождению территория, обладающая единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, климатом, почвой, растительностью и животным миром. Для каждого типа ландшафта мероприятия по предотвращению развития экзогенных процессов будут различны, поэтому строительству в сложных природно-климатических и экологических условиях должно предшествовать ландшафтное или природоохранное картирование. Экологические условия надо учитывать, так как некоторые ландшафты уже могут быть изменены или нарушены к

моменту начала строительства, например, изыскателями.

В криолитозоне надо учитывать особенности еще более мелких природных образований – урочищ.

Урочище – это низшая таксонометрическая единица ландшафтоведения, примечательный участок местности с четко сформированными естественными границами, отличающаяся (в зоне ММГ) своими доминирующими типами криопротессов и реакцией на техногенные воздействия. Теперь, когда мы определили необходимые понятия природной среды и инженерной экологии, рассмотрим ее основные цели и задачи.

Цели и задачи охраны окружающей среды и инженерной экологии в нефтегазовом строительстве

Основной целью охраны окружающей среды и инженерной экологии при сооружении объектов НГК является выработка такой стратегии и тактики освоения месторождений нефти и газа и прокладки магистральных трубопроводов, при которой становится возможным совмещение интенсивной строительно-производственной и хозяйственной деятельности по сооружению объектов НГК с региональными особенностями и адаптационными свойствами природной среды. Указанная цель достигается тем, что природоохранная деятельность становится одним из основных компонентов всех трудовых процессов нефтегазового строительства и сопутствующей производственной и хозяйственной деятельности.

Состав природоохранных мер, включаемых в технологические циклы, определяется исходя из природосберегающих критериев минимизации экологического ущерба по всем стадиям жизненного цикла нефтегазовых объектов; обеспечения экологической безопасности формируемых нефтегазовых ПТГ; достижения максимальной эколого-экономической результативности формирования и функционирования объектов НГК.

При планировании нового строительства нефтегазового комплекса или других объектов в новом малоосвоенном или неосвоенном регионе необходимо, прежде чем приступить к проектированию, изучить природоохранные особенности региона: провести ландшафтное районирование; определить доминирующие факторы эволюции ландшафтов (урочищ); оценить накопленный уровень техногенных

изменений, последовательности проявления этих изменений во всех типах ландшафтов; прогнозировать реакции типов ландшафтов на нормированный строительный техногенез и реакции формируемой ПТГ на эксплуатационный техногенез с учетом возможных климатических изменений.

На этом этапе определяются и обосновываются условия экологического равновесия исходной природной среды и формируемой ПТГ, разрабатываются основные решения по поддержанию динамического равновесия в переходном периоде и на весь срок эксплуатации. Рассматриваются и изучаются возможности обратимого временного выхода формируемой ПТГ из состояния экологического равновесия, оцениваются и прогнозируются ситуации экологического отказа ПТГ в случае возникновения аварийных или катастрофических ситуаций. Для целей инженерно-экологического обеспечения нефтегазового строительства приоритетным являются характеристики устойчивости природных и природно-технических геосистем к нормированному и сверхнормативному строительному техногенезу.

Источники техногенных воздействий и характеристика воздействий нефтегазового строительства на природную среду

Основным компонентом природной среды, страдающим от техногенных воздействий нефтегазового строительства, является литосфера, или более точно: ландшафты, их поверхностные почворастительные покровы и подстилающие грунты. Это обусловлено спецификой строительного производства нефтегазовых объектов. Отрасль нефтегазового строительства на современном этапе можно охарактеризовать как прогрессивную, высокоиндустриальную, комплексно-механизированную, хорошо организованную строительную отрасль народного хозяйства, ведущую работы преимущественно поточно-скоростными методами, с вахтово-экспедиционной организацией работ на площадках и трассах.

Сами процессы строительства, в том числе в удаленных малоосвоенных районах, характеризуются:

9. высокими темпами работ; комплексный технологический трубопроводостроительный поток способен прокладывать до 1 км трубопровода диаметром 1420 мм в сутки, а мощная компрессорная станция собирается из блочно-комплектных устройств за один строительный сезон за счет поточно-скоростных методов строительства;

10. минимальной численностью одновременно занятых строителей на трассе, площадках ввиду комплексной механизации сварочных, земляных, свайных, изоляционных работ; минимизацией монтажных операций на площадке (укрупненные блочно-комплектные устройства (БКУ) – суперблоки); высокой квалификацией персонала строительных потоков;

11. минимальной площадью земель, отводимых во временное пользование для технологических и социальных нужд строителей на время работ – ввиду вахтово-экспедиционной организации работ, сокращения потребных при этом объектов соцкультбыта на местах строительства, оптимизации транспортной схемы и др.

Эти обстоятельства краткосрочных по интенсивности контактов технологических строительных комплексов с компонентами природной среды обуславливают по ним следующую приоритетность ущерба: почворастительные покровы, приповерхностные подстилающие грунты, поверхностные и грунтовые (верхних горизонтов) воды, фауна, местные социумы, атмосфера. Ущерб вызывается применением мощных тяжелых транспортно-технологических средств, тех самых, которые обеспечивают комплексную механизацию и высокие темпы строительства.

Основным источником техногенных воздействий является опорно-двигательная часть строительных машин и механизмов, грузового транспорта. Обладая большой мощностью, грузоподъемностью, проходимостью, эти машины, механизмы и транспорт оказывают высокое давление (свыше 50 кПа) на грунт. Они разрушают почворастительный покров любого типажа 1 – 2 прохода или проезда. Начиная с первых шагов пионерного выхода строительных подразделений на трассу или площадку сразу применяется эта тяжелая техника, хотя еще не построены технологические дороги, проезды, площадки, накопители. Именно в этот период наносится максимальный ущерб почворастительным покровам, малым водоемам и водотокам, распугивается населяющая фауна, происходят первые, не всегда доброжелательные контакты с местным населением, так как оно, конечно, недовольно наносимым территории и их хозяйству ущербом.

На этих же начальных этапах происходит максимальное физико-химическое загрязнение почв, грунтов, поверхностных вод горючесмазочными материалами, твердыми отходами строительства и жизнедеятельности, бытовыми стоками, так как еще нет ремонтных баз, оборудованных сборниками ГСМ, экологически безопасных заправочных станций, водоочистных и канализационноочистных систем (КОС, ВОС),

систем сбора и утилизации твердых отходов и мусора. Наименее эффективен в этот период и экологический контроль.

Строительные машины и механизмы, тяжелый транспорт относятся к первичным по времени подвижным источникам техногенных воздействий на природную среду. В результате работ пионерного выхода создаются необходимые технологические объекты: временные дороги, карьеры грунта, площадки-накопители стройматериалов, площадки-стоянки техники и транспорта, водозаборы и водоводы, теплоэнергоустановки и инженерные сети, станции КОС и ВОС, склады ГСМ и других материалов, временные поселки строителей, линии связи и электропередач и пр.

Все эти объекты требуют временного отчуждения земель и уже поэтому становятся источниками техногенеза – это вторичные техногенные воздействия от стационарных технологических объектов нефтегазового строительства. Вторичный техногенез характеризуется меньшими, чем первичный, площадями нарушенных земель, т.к. отведенная и нарушенная земельная площадь лишь незначительно (в 1,5 – 2 раза) разрастается за период строительства за счет нарушений правил проезда и физико-химических загрязнений. Первичный же техногенез от строительных машин и транспорта растет весь период строительства и может увеличиваться в 3 – 5 раз по сравнению с начальным этапом, что связано с недисциплинированностью персонала, отсутствием ответственности за нарушения, плохим качеством строительства технологических дорог, несоблюдением сезонных ограничений (если они есть), неучетом характеристик устойчивости ландшафтов в зоне строительства, в общем – недостаточной инженерно-экологической подготовкой строительства, а также отсутствием реальных штрафных или поощрительных стимулов в отношении сохранности окружающей природной среды.

Вторичные источники строительного техногенеза оказывают техногенные воздействия, подобные воздействиям от обычных промышленных и хозяйственно-бытовых объектов. Они в разной степени воздействуют на все компоненты природной среды. Однако помимо воздействий на почвы, грунты, растительный покров в местах дислокации, воздействия, эти относительно невелики по объемам, номенклатуре загрязняющих веществ и продолжительности.

Из стационарных объектов наибольшим ущербом характеризуются коммуникации (временные технологические дороги), карьеры, инженерные сети, склады ГСМ и жилые временные городки. Подробно о

загрязняющих вредных веществах, выбрасываемых в атмосферу и попадающих в стоках в водоемы и на рельеф, от стационарных объектов и транспорта будет изложено в разделах экологической паспортизации. В данном случае нас интересуют доминирующие факторы ущерба – отчуждение земель, нарушение почвенно-растительных покровов, сведение леса в полосе трубопровода, по трассам дорог линий связи и линий электропередач (ЛЭП).

Ущерб от этих воздействий становится еще большим, если строительство ведется в криолитозоне, где мохово-растительные покровы, почвы подстилаются слоем многолетнемерзлых грунтов. В этом случае даже незначительные нарушения покровных слоев, являющихся термостаби-лизирующим фактором, приводят к изменению баланса теплового потока «атмосфера – грунт – мерзлота». Глубина сезонного протаивания – промерзания увеличивается, больше становится динамический диапазон экзогенных криопроецессов. В зависимости от типа местности и ландшафта активизироваться могут различные криопроецессы: термокаст, термоэрозия, термоабразия, пучение или др. Эти явления вызывают, в свою очередь, разрастание техногенеза от транспорта, вынужденного объезжать нарушенные участки, и так далее. Процесс роста нарушенной площади прогрессирует и это может продолжаться 5 – 10 лет, до наступления нового динамического равновесия. Например, прирост площади нарушенных земель вокруг карьеров в криолитозоне, сложенной осадочными породами, происходит на 10 – 30 % в год, как это наблюдалось на территории Ямбургского газоконденсатного месторождения.

Сравнение того или иного ущерба (больше – меньше) здесь проводилось по критериям технико-экономической оценки затрат на его устранение (удельные затраты на комплексные восстановительные мероприятия). Например, комплексная рекультивация 1 га нарушенных земель по трассе трубопровода обходится, в зависимости от типа ландшафта, степени нарушенности, природно-климатических условий и т.п. от 1,1 до 12 тыс. руб. А рекультивация нарушенных земель карьеров грунта – и того больше: от 5 до 33 тыс. руб. за 1 га (в ценах 1984 г.).

В тех случаях, когда причиненный ущерб относится к категории «неустранимого», его оценка производится по затратам на компенсационные мероприятия. Например, сведение 1 га леса в полосе строительства оценивается по затратам на выращивание 1 га леса в этих же природно-климатических условиях.

В классификацию не включен еще один специфический вид ущерба, сопровождающий всегда освоение новых территорий, – это социально-экологический ущерб, причиняемый местным коренным народам ущемлением их хозяйственной деятельности вследствие отчуждения и нарушения земель, их уклада жизни и обычаев в результате контактов со строителями. Этот вид экологического ущерба, как показывает мировая практика, присутствует всегда, а степень ущерба определяется уровнем экологической культуры строителей, т.е. это проблема экологического обучения и воспитания.

Наконец, сами строители, работающие в вахтово-экспедиционном режиме, в сложных природно-климатических условиях, оторванные от дома, также испытывают вредные, с точки зрения экологии человека, воздействия как физические, так и психологические. Эта особая область проблем экологии изучается врачами-гигиенистами, специалистами по охране труда, психологами.

Характеристика нарушений компонентов природной среды при нефтегазовом строительстве

Для выработки мер по восстановлению природной среды необходимо решить целый ряд задач, отправной точкой которых являются всесторонние исследования типов нарушений природной среды. В результате исследований комплекса специальных природоохранных изысканий, инвентаризации нарушений, они классифицируются по тем или иным признакам, необходимым для практических целей: разработки технологий и проектов природовосстановительных мероприятий, оценки причиненного ущерба и сопоставления его с нормативно допустимым; определения размеров штрафных санкций и др.

Классификация может служить основой для разработки детальных классификаций по каждой строке или столбцу с включением количественных критериев. Тогда она сможет быть использована, например, для целей экологической паспортизации технологического оборудования или объектов.

На основе классификации и данных исследований (полевых и дистанционных) была подготовлена карта инвентаризации всех нарушений территории Ямбургского газоконденсатного месторождения (ГКМ) – основа для разработки проектов природовосстановительных работ. Классификация позволила также сделать ряд выводов, определяющих основные направления совершенствования природоохранной деятельности

для данного типа природно-климатических условий:

- наибольшее нарушение природной среды возникает на этапах разведочного и промышленного бурения, изыскательских и подготовительных работ;

- нарушение термовлажностного режима ММГ является основной причиной дальнейшего изменения всего комплекса природных условий;

Определены четыре основных типа изменений природных систем Ямбурга (южные тундры): возникновение нетипичных ландшафтов (разнотравных лугов, развеваемых песков); активизация природных процессов (заболачивания, или термоэрозии, или склоновых процессов и т.д.); замедление природных процессов (смен растительного покрова и т.п.); возникновение техногенных аналогов природной среды, типичных для региона (верховых бугристых и низинных осоковых болот и др.);

- самовосстановление исходных ландшафтов замедленно или невозможно из-за неустойчивости их структуры и медленного возврата грунтов к естественному термовлажностному режиму.

На основе этих выводов были разработаны рекомендации по методам природовосстановительных работ для типов нарушений и ландшафтов, включенные затем в рабочие проекты.

Для сравнения здесь приведена такая же классификация нарушений природной среды на месторождениях в другой природно-климатической зоне (нефтяные месторождения Мамонтовское и Федоровское в Среднем Приобье). Сделать выводы по этой классификации предлагается учащимся самостоятельно. Вот некоторые комментарии к ней. Долгое время была распространена точка зрения о быстром самовосстановлении дренированных ландшафтов таежной зоны. Однако, при изучении указанных территорий оказалось, что это не так. Восстановление песчаных дренированных грив идет крайне медленно из-за дефляции. После сведения растительности активизируются низинное и верховое заболачивание. В совокупности они представляют угрозу устойчивости объектов. Ситуация осложнена сильными нефтяными загрязнениями, угнетающими растительный и животный мир. Главная причина неравновесного состояния – нарушение природного баланса между лесными и болотными комплексами.

Рассмотрим более подробно основной вид техногенных нарушений нефтегазового строительства – нарушения природных ландшафтов. Нарушенными будем считать земли (совокупности ландшафтов), утратившие свою хозяйственную или иную ценность, являющиеся

вторичным источником техногенного воздействия на окружающую среду, имеющие нарушения разной степени: почвенного и растительного покрова, гидрогеологического режима, термовлажностного (для криолитозоны) режима, новообразования техногенных форм рельефа – все это как прямой или опосредованный результат техногенных воздействий нефтегазового строительства или иной деятельности человека.

Различные характеристики, качественные и количественные показатели нарушенности рассмотрим на примере ландшафтов криолитозоны, наименее устойчивых к техногенезу и наиболее изученных в последнее время, в связи с большим размахом работ по освоению северных месторождений и строительству магистральных газопроводов. Различают два основных вида нарушений.

Биоморфологические изменения связаны с различными формами угнетения и деградации растительности; последствия этих нарушений – образование вторичных техногенных ценозов, уменьшение пастбищных угодий, снижение кормовой ценности земель (продуктивности), изменение радиационного и термовлажностного режимов подстилающих грунтов, ММГ.

Биохимические нарушения обусловлены следующими основными формами: деформациями (уплотнение или разрыхление) почвенного слоя; выемки карьерные, котлованные, траншейные, резервуарные, насыпнотвалы, застройки; сопровождаются привнесением в почвы и грунты несвойственных химических соединений – загрязнителей, потерей питательных веществ, изменением геохимии почв, грунтов; свойственны вторичные техногенные изменения (развитие эрозионных, криогенных, склоновых и других экзогенных процессов).

Эта классификация, в сочетании с выделенными (по источникам техногенеза) группами нарушенных участков и площадными оценками по каждой группе и классу позволяет рассчитать требуемое количество материалов (грунтов, торфосмесей, почв) для проведения рекультивации на основе разработанных типовых технологий и норм.

Работы эти производятся как с помощью наземной топографической съемки (для локальных нарушенных земель), так и дистанционными методами – аэрофото- и космической съемкой с последующей дешифровкой специальными методами. Дистанционными методами была проведена такая работа, например, для всей территории Ямбургского ГКМ общей площадью свыше 1800 км². Было выявлено, классифицировано по группам нарушений и обмерено: 93 карьера государственного отвода, 70

карьером самовольного захвата земель общей площадью свыше 7 тыс. га; технологические дороги – 13,2 тыс. га, примыкающие к объектам площади – 2,5 тыс. га (это все нарушения по группе 1).

Всю работу – аэрофотосъемку, дешифровку, картирование, систематизацию и подсчет – удалось провести за 1 сезон. Стоимость этих работ составила около 170 тыс. руб. или 0,1 тыс. руб. на 1 км² обследованной площади. Эти затраты включаются в стоимость.

Технология ликвидации загрязнения нефтью земли

6. При производстве работ по защите земель необходимо учитывать степень загрязнения земель нефтью.

7. Ликвидация последствий загрязнения нефтью состоит из двух этапов:

- локализация места разлива нефти и сбор ее с поверхности земли;
- рекультивация земель.

8. Локализация места разлива и сбор нефти предусматривает:

- проведение обваловки нефтяного пятна для предотвращения растекания нефти по рельефу;
- обустройство котлована (земляного амбара) для сбора нефти с учетом пожарной безопасности не ближе 50 м от места повреждения трубопровода;
- отвод разлитой нефти в котлован (земляной амбар) или ямы-накопители (другие емкости).

9. После восстановления поврежденного участка трубопровода перекачиваемый продукт из земляного амбара, ям-накопителей, обвалования или других емкостей должен быть закачан в отремонтированный или другой параллельно проложенный трубопровод передвижными насосными агрегатами ПНА-1, ПНА-2 или другими высоконапорными агрегатами, или перевезен в специальной емкости на ближайшую нефтеперекачивающую станцию НПС.

10. Закачка продукта в трубопровод производится через специально подготовленную обвязку с задвижкой и обратным клапаном. Обвязка должна быть предварительно отпрессована на рабочее давление трубопровода. После закачки задвижка должна быть демонтирована по специальной технологии. Разрешается оставлять задвижку, но в этом случае она должна быть заглушена, заключена в колодец (или ограждение), у которого должен быть выставлен постоянный

предупредительный знак.

11. Параллельно с откачкой продукта из ям-накопителей производятся работы по уменьшению количества продукта, впитывающегося в почву. Для этого на зеркало продукта, остающегося на поверхности после откачки насосами, наносится сорбент.

Сорбент наносится на те места поверхности почвы, по которым текла разлившаяся нефть и осталась в мелких углублениях профиля.

После пропитывания сорбента нефтью его собирают, не нарушая верхних слоев почвы, и выводят на специальные пункты, где сорбент готовится к утилизации. Если сорбент не впитал с поверхности почвы весь продукт, операцию повторяют.

12. Для локализации перекачиваемого продукта к ямам-накопителям и дренажным каналам дополнительно создают систему придаточных канав.

13. При ликвидации разлива нефти запрещается:

- засыпать земляные амбары, ямы-накопители и дренажные каналы с не полностью откачанным продуктом;
- снимать загрязненную почву и возить ее в отвалы.

14. Земельные участки, нарушенные при аварийном ремонте трубопроводов, должны быть рекультивированы в первоначальное состояние в установленном порядке в соответствии с РД 39-0147103-365-86 и Положением о рекультивации земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведение геологоразведочных, строительных и других работ /26/.

15. Рекультивация земель должна проводиться специализированными организациями с учетом местных почвенно-климатических условий, степени повреждения и загрязнения, ландшафтно-геохимической характеристики нарушенных земель.

Для проведения рекультивации земель разрабатывается проект. Рекультивация загрязненных нефтью участков производится в ходе земляных работ, а при невозможности этого – не позднее, чем в месячный срок после их завершения, исключая период замерзания почвы /26/.

16. Процесс рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при авариях на нефтепроводах, включает следующие виды работ:

- механическое удаление с поверхности почвы нефти (выполняется в процессе ликвидации аварии);
- технический и биологический этап рекультивации (выполняется в соответствии с разработанным послеаварийный периодом проекта).

17. На техническом этапе рекультивации происходит выветривание нефти, испарение и частичное разрушение легких фракций, фотоокисление нефтяных компонентов на поверхности почвы, восстановление микробиологических сообществ, развитие нефтеокисляющих микроорганизмов, частичное восстановление сообщества почвенных животных. Часть компонентов превращается в твердые продукты, что улучшает водно-воздушный режим почвы. Аэрация и увлажнение почвы в значительной мере способствует интенсификации этих процессов, снижению концентрации нефти и более равномерному ее рассеиванию.

18. Биологический этап включает две стадии:

- пробный посев трав;
- фитомелиоративный этап с внесением минеральных удобрений и посевом устойчивым загрязнению нефти многолетних трав.

19. Для контроля за восстановлением земель и качеством выращенной биомассы одновременно проводится посев тех же культур по аналогичной технологии на контрольном (загрязненном) участке в буферной зоне между зоной загрязнения и землями, используемыми для хозяйственных целей. Если зарастание на загрязненном участке составляет не менее 75 % площади земель по сравнению с зарастанием на контрольном участке, то рекультивационные работы считаются законченными и участок следует передать землевладельцу.

Зеленую массу возделываемых трав по окончании рекультивации использовать в кормовых целях категорически запрещается. Ее оставляют на рекультивированном участке и используют в качестве минерального удобрения (после обработки зеленую массу запахивают).

20. Типовые технологические процессы защиты земель.

Типовые технологические процессы защиты земель составляются для АСУН различной степени тяжести в соответствии с таблицей 1.1.

Таблица 1.1

Типовые технологические процессы

Степень тяжести АСУН	Наименование природного объекта	Характерные признаки объекта
1	2	3

АСУН первой степени тяжести	Водные объекты	Аварии, сопровождающиеся разливом нефти в пределах водоохраной зоны водотока или водоема, имеющих хозяйственно-питьевое значение, находящихся на особо охраняемых природных территориях или имеющих трансграничный перенос воды.
	Болота	Аварии, сопровождающиеся разливом и попаданием нефти в болото, гидрологически связанное с водным объектом или находящееся на особо охраняемых природных территориях. Распространение загрязнения может происходить не только по болоту, но и по водному объекту.
АСУН второй степени тяжести	Водные объекты	Аварии, сопровождающиеся разливом нефти в пределах водоохраной зоны водотока или водоема, не имеющих хозяйственно-питьевого значения, не находящихся на особо охраняемых природных территориях и на имеющих трансграничного переноса воды.
	Земли	Аварии, сопровождающиеся разливом нефти, с сильным загрязнением, когда загрязнение может быть ликвидировано путем проведения специальных мероприятий, способствующих созданию аэробных условий и активизации углеводородокисляющих процессов.
	Болота	Аварии, сопровождающиеся разливом и попаданием нефти в болото, с явно выраженным стоком и не находящиеся на особо охраняемых природных территориях.
АСУН третьей степени тяжести	Водные объекты	Аварии, сопровождающиеся разливом нефти вне границ водоохраной зоны водотока с возможностью ее перемещения по профилю поверхности земли и попадания в водоем или водоток.
	Земли	Аварии, сопровождающиеся разливом нефти на земли с умеренным загрязнением, когда загрязнение может быть ликвидировано путем активизации процессов самоочищения агротехническими приемами.
	Болота	Аварии, сопровождающиеся разливом и попаданием нефти в болото, являющееся естественным локализатором разлившегося продукта и не находящиеся на особо охраняемых природных территориях.

21. Типовой технологический процесс для АСУН второй степени тяжести приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Типовые технологические процессы

Степень тяжести аварии	Характерные признаки участка земли	Описание технологического процесса
1	2	3

Аварии второй степени тяжести	<p>Аварии, сопровождающиеся разливом нефти на земли, с сильным загрязнением, когда загрязнение может быть ликвидировано путем проведения специальных мероприятий, способствующих созданию аэробных условий и активизации углеводородокисляющих процессов.</p>	<p>На сильно загрязненных нефтью участках необходимо проводить технический и биологический этапы рекультивации.</p> <p>Технический этап рекультивации</p> <p>В лесной зоне с тяжелыми суглинистыми почвами, для которых опасность ветровой эрозии невелика, необходимо провести рыхление, преимущественно отвальную обработку на глубину до 20 см. Эти участки остаются в течение технического этапа рекультивации в виде пара. Там, где рыхление может привести к появлению эрозии, на загрязненных нефтью участках проводится поверхностная обработка на глубину 8 – 10 см с оставлением необработанных полос шириной 2 – 3 м поперек склонов или направлений господствующих ветров.</p> <p>В течение технического этапа необходимо периодически проводить увлажнение загрязненных участков.</p> <p>Время окончания этапа зависит от степени загрязнения и климатических условий.</p> <p>На сильно загрязненных нефтью участках для ускорения процесса биодегратации нефти могут вноситься биологические препараты, имеющие разрешение государственных служб к применению. Применять препараты следует согласно инструкции по их применению и по технологии, согласованной с местными органами Госкомзема. Ориентировочное время окончания первого этапа можно прогнозировать по таблице 1.4.</p> <p>На подготовленных участках проводится посев многолетних трав. Выбор видов трав проводится исходя из местных почвенно-климатических условий.</p> <p>На биологическом этапе рекультивации вначале проводится пробный посев трав.</p>
-------------------------------	---	--

Продолжение табл. 1.2

1	2	3
		<p>Цель этого мероприятия – оценить остаточную фитотоксичность почвы, интенсифицировать процессы биодегградации нефти и улучшения агрофизических свойств почвы, уточнить сроки перехода к заключительной стадии рекультивации.</p> <p>Перед пробным посевом трав проводится</p>

		<p>вспашка, рыхление и дискование. В подготовленную почву высеиваются бобовые культуры, возделываемые в данной зоне.</p> <p>Посев и уход за посевами осуществляется по технологии, принятой для данной почвенно-климатической зоны. На второй стадии биологического этапа спустя 1,5 – 2,5 года после загрязнения проводится посев многолетних трав. Он начинается, если пробный посев трав дал всходы не менее чем на 75 % площади.</p> <p>Перед посевом многолетних трав проводится боронование, внесение минеральных удобрений, культивация почвы.</p> <p>Внесение удобрений проводится с целью интенсификации жизнедеятельности микробных сообществ в почве и увеличения биомассы растений, что в свою очередь, способствует усилению процессов восстановления плодородия земель.</p>
--	--	---

22. Типовой технологический процесс для АСУН третьей степени тяжести приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Типовые технологические процессы

Степень тяжести аварии	Характерные признаки участка земли	Описание технологического процесса
------------------------	------------------------------------	------------------------------------

Аварии третьей степени тяжести	<p>Аварии, сопровождающиеся разливом нефти на земли с умеренным загрязнением, когда загрязнение может быть ликвидировано путем активизации процессов самоочищения агротехническими приемами.</p>	<p>При умеренном загрязнении земель достаточно проводить только технический этап рекультивации в расчете на самоочищение почвы.</p> <p>Технический этап рекультивации</p> <p>В лесной зоне с тяжелыми суглинистыми почвами, для которых опасность ветровой эрозии невелика, необходимо провести рыхление, преимущественно отвальную обработку на глубину до 20 см. Эти участки остаются в течение технического этапа рекультивации в виде пара. Там, где рыхление может привести к появлению эрозии, на загрязненных нефтью участках проводится поверхностная обработка на глубину 8 – 10 см с оставлением необработанных полос шириной 2 – 3 м поперек склонов или направлений господствующих ветров. В течение технического этапа необходимо периодически проводить увлажнение загрязненных участков.</p> <p>Время окончания технического этапа зависит от степени загрязнения и климатических условий.</p> <p>Ориентировочное время окончания первого этапа можно прогнозировать по таблице 1.4.</p>
--------------------------------	--	--

Таблица 1.4

Сроки технического этапа рекультивации

Время загрязнения в текущем году	Окончание технического этапа
Зима	Первая весна через год после загрязнения
Весна	Весна следующего года
Лето	Весна следующего года
Осень	Первая весна через год после загрязнения

Технология ликвидации загрязнения нефтью болот

При производстве работ по защите болот необходимо учитывать характеристики болот, обуславливающие возможность распространения или естественной локализации разлившейся нефти.

1. Очистка поверхности болота от нефти может быть осуществлена путем ее смыва в подготовленные канавы, с последующим сбором.

2. Метод смыва нефти заключается в следующем: гидромониторингом, поливомоечной машиной или другими техническими средствами, обеспечивающими подачу воды под давлением, вода подается из ближайшего источника по направлению к месту аварии. Вода с нефтью собирается в приемке, устроенном на границе разлитого перекачиваемого продукта, откуда откачивается в котлован или обвалование.

3. При защите болот от загрязнения нефтью при авариях осуществляются следующие операции:

- подготовительные работы;
- обваловка вдоль границы разлива нефти;
- рытье канав вдоль обваловки;
- смыв нефти с поверхности болота в канавы;
- сбор нефти с помощью НСУ с водных поверхностей котлованов;
- сбор загрязненной нефтью растительности.

4. Подготовительные работы направлены на увеличение несущей способности поверхности болот и включают в себя сооружение на болотах временных подъездных путей и пешеходных дорожек, а также площадок, на которых будет размещаться, и работать техника. Типы болот и характеристика их несущей способности определяется заблаговременно по всей трассе трубопровода и указывается в плане ликвидации загрязнения ОПС для каждого участка трассы. Общий порядок проведения подготовительных работ при авариях на болотистой местности определяется в соответствии с РД 39-110-91.

5. В зависимости от характеристики почвы для повышения ее несущей способности могут быть использованы:

- слани из лесоматериалов;
- слани из отбракованных труб;
- деревянные инвентарные щиты ЛВ-11 (ЛВ-11В) и пр.;
- настилы из деревянных железнодорожных шпал;
- сборно-разборные клефанерные дорожные покрытия (СРКП);
- стальная плетеная сетка в сочетании с рулонами синтетическими неткаными материалами типа «СНМ» или «Дорнит Ф-1»;
- покрытия СРНП-1, СРНП-2 и пр.

6. Полосу строительных путей необходимо расчищать по возможности без нарушения поверхностного слоя. Крупные деревья и кустарники срезаются заподлицо с землей. Трелевка леса выполняется трелевочными тракторами ТДТ-55а, ТТ-4 или др. Могут также использоваться гусеничные тракторы на болотном ходу, например, Т-

100МБ.

7. На болотах с устойчивыми торфами устраиваются лежневые дороги поперечной укладкой бревен диаметром 12 – 20 см на продольные лежни или лежневые дороги из инвентарных щитов.

8. При глубине торфа 0,8 м и выше или неустойчивом подстилающем грунте, а также на травяных болотах с ровной поверхностью без кочек и пней, применяются инвентарные слани из лесоматериалов или настилы из шпал. Все дорожные покрытия применяются в соответствии с инструкцией по их применению.

9. Для передвижения ремонтного персонала во время выполнения аварийно – восстановительных работ устраиваются пешеходные дорожки. Пешеходные дорожки могут быть устроены из стальной плетеной сетки в сочетании с рулонными синтетическими материалами «СНМ», «Дорнит Ф-1» или другими рулонными материалами, позволяющими создать конструктивно – фильтрующую прослойку покрытия.

10. Размеры сооружаемой на болоте площадки для размещения и работы техники должны обеспечивать установку и размещение необходимых технических средств и материалов, нормальную работу землеройной и грузоподъемной техники.

2. Словарь понятий

Охрана окружающей среды – сохранение природных ресурсов Земли путем их рационального использования и воспроизводства.

Инженерная экология – целенаправленная хозяйственная деятельность, основанная на экологических подходах, поддержании в регионе деятельности экологического равновесия.

Техногенные процессы – изменение природной среды под воздействием строительно-производственной деятельности человека совокупности физико-химических процессов, сопровождающих НГС.

Источники техногенного воздействия – это средства и предметы труда, с помощью которых человек формирует в исходной биосфере какой-либо объект.

Эрозия – разрушение почв или других поверхностей с нарушением их целостности и изменением физико-химических свойств, сопровождаемой переносом частиц водой или ветром.

Опустынивание – процесс деградации растительных покровов и почв вследствие физических или химических воздействий, приводит к

появлению участков оголенного грунта, переувлажнению и выдуванию незакрепленных грунтов.

Ландшафт – это однородная по происхождению территория, обладающая единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, климатом, почвой, растительностью и животным миром.

Урочище – это низшая таксонометрическая единица ландшафтоведения, примечательный участок местности с четко сформированными естественными границами, отличающаяся (в зоне ММГ) своими доминирующими типами криопроцессов и реакцией на техногенные воздействия.

3. Материалы, использованные в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

Общие понятия охраны окружающей среды и инженерной экологии.

Цели и задачи охраны окружающей среды и инженерной экологии в нефтегазовом строительстве.

Источники техногенных воздействий на природную среду в нефтегазовом строительстве.

Литература:

11.Мазур И.И., Шишков В.Н. Основы охраны окружающей среды при строительстве нефтегазовых объектов: Учебник для техникумов. М.: Недра, 1992.-150с.

12.Зоненко В.И., Ким Б.И., Телегин Л.Г. Охрана окружающей среды при сооружении и эксплуатации газонефтепроводов. М.: Недра, 1988, 187 с.

13.Елшин И.М. Строителю об охране окружающей среды. М.: Стройиздат, 1986, 136 с.

МОДУЛЬ 11
КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО ИНЖЕНЕРНО –
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВО
СТРОИТЕЛЬСТВА
ВВЕДЕНИЕ

В разделе рассмотрены основные принципы инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства. В модуле представлена концепция комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства. Данная концепция позволяет обеспечить экологическую безопасность окружающей среды в процессе нефтегазового строительства.

Схема изучения нового материала

Тема занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
1. Концепция комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства	Формирование новых знаний	Лекция	2
2. Определение категории опасности предприятия	Углубление и систематизация учебного материала	Практическое занятие	2

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Формирование концепции комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства

Для решения экологических проблем отраслей нефтяной и газовой промышленности, освоения новых месторождений, развития трубопроводного транспорта, связывающего основные районы добычи углеводородного сырья с районами его основного потребления (в том числе в Западной Европе), в начале 80-х годов были начаты широкие научные исследования. В результате исследований в 1985 г. были впервые разработаны комплексные мероприятия по восстановлению нарушенной природной среды в основных нефтегазодобывающих районах Западной Сибири и, особенно, северных областей Западной Сибири. Эти комплексные мероприятия, получившие название «Территориальные

комплексные схемы охраны природы» (ТерКСОП), явились первой попыткой системного решения экологических проблем нефтегазового комплекса.

Вот какие основные виды природоохранной деятельности и строительно-монтажных работ включали мероприятия ТерКСОП:

12. проведение противоэрозионных, противооползневых и берегоукрепительных работ на прилегающих к нефтегазовым и транспортным объектам территориях;

13. выполнение технической рекультивации на нарушенных землях (первый этап), биологической рекультивации земель (с восстановлением их продуктивности), или ландшафтной реконструкции с восстановлением социально – культурной, экономической или экологической значимости нарушенных территорий;

14. создание на восстановленных землях охранных территорий и зон различного назначения (санитарно – защитных, заповедных и т.п., как в районах освоения месторождений нефти и газа, так и вне их);

15. стабилизация, реконструкция и регулирование поверхностных водоемов и водотоков, нарушенных нефтегазовым и транспортным строительством, что способствовало снижению популяций ихтиофауны и непосредственно угрожало устойчивости построенных объектов;

16. строительство канализационно – очистных установок на насосных и компрессорных станциях, в жилпоселках и на промбазах, сооружение водозаборных систем и т.п. для полного прекращения сброса неочищенных стоков на рельеф и в водоемы;

17. ревизия отпущенных в постоянное и временное пользование земель (территорий), возврат «лишних» земель основным землепользователям после комплекса восстановительных мероприятий;

18. охрана и восстановление (в том числе искусственное воспроизводство) популяций флоры и фауны;

19. создание полномасштабной системы мониторинга нефтегазовых природно – технических геосистем, а также ряд специальных мероприятий, носящих компенсационный характер.

Концепция комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства была полностью сформулирована и разработана в первую очередь для экологически уязвимых районов Крайнего Севера Западной Сибири, где сконцентрировались наибольшие объемы строительно-монтажных работ (освоение Уренгойского, Ямбургского и других менее значительных месторождений, строительство

сверхмощных газотранспортных трубопроводных систем), осложняемые к тому же залеганием многолетнемерзлых грунтов.

Сущность концепции состоит в решении проблемы экологической совместимости интенсивного строительства и развития нефтегазового комплекса с региональными особенностями и адаптационными свойствами окружающей природной среды осваиваемых районов. Концепция, в отличие от ТерКСОП, предусматривает специальные природозащитные меры не только после окончания основного строительства, но на всех стадиях формирования и функционирования нефтегазовых природотехнических геосистем: предпроектные разведки и изыскания, проектирование, строительство, испытание и эксплуатация нефтегазовых объектов, а также аварийные ситуации и отказы. Для каждой стадии и для всего жизненного цикла нефтегазовой ПТГ сформулированы общие принципы комплексного инженерно – экологического обеспечения и решаемые в целом и поэтапно задачи. Разработаны практические конструктивные, технические, организационно – технологические и нормативные решения. Наибольшие трудности в решении проблем сохранения природной среды в условиях интенсивного нефтегазового строительства встречаются в первую очередь в районах со сложными природно-климатическими условиями. Такие же сложные проблемы сохранения природной среды возникают, если строительство и сопровождающая его хозяйственная деятельность предостоят в районах, характеризующихся уже сложившейся напряженной экологической обстановкой. Нарушенное ранее по тем или иным причинам состояние экологического равновесия природных (природно-технических) систем приводит к тому, что даже незначительное техногенное воздействие может стать началом экологической катастрофы – полной деградации природной среды, образования техногенных пустынь, «лунных ландшафтов» и т.п.

Наиболее сложные проблемы возникают тогда, когда эти факторы присутствуют одновременно. Сложные природно-климатические условия еще более осложняются напряженной экологической обстановкой. Идут процессы деградации природных систем, обедняется и скудеет состав биосферы, отступают границы лесов, растут площади техногенных пустынь, активизируются процессы водной, ветровой, термоэрозии, рельефообразования (оползни), происходит подтопление, заводнение, заболачивание больших территорий, нарушается естественный сток и исчезают малые реки, оттаивает на большую глубину мерзлота (на Крайнем Севере), что в свою очередь ускоряет экзогенные процессы. Все

эти явления характерны сегодня для районов Крайнего Севера, где открыты наибольшие запасы природного газа. Именно в этих районах требуется разработка и реализация наибольшего комплекса мер по инженерно – экологическому обеспечению нефтегазового строительства, без которых в других районах можно было бы обойтись без увеличения общего ущерба.

Поэтому целесообразно изучать концепцию на примере освоения районов Крайнего Севера, где она реализуется в наиболее целостной и полномасштабной форме и где специальные мероприятия по минимизации ущерба и по сохранению природной среды необходимо применять на каждом шагу – на каждой технологической операции, особенно на начальных этапах, когда техногенез воздействует на незащищенную тундру.

Основные принципы инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства

Нарушение или ущерб в окружающей природной среде возникают вследствие прямых или косвенных контактов источников техногенных воздействий с компонентами природной среды. Поэтому основным принципом инженерной экологии нефтегазового строительства является сведение контактов источников техногенеза с природной средой – минимизация контактов. Реализуется этот принцип на этапах подготовки строительного производства: например, минимизируется транспортная схема. Для таких чувствительных к транспортному техногенезу природных систем, как тундровые биогеоценозы, используется прием изменения контактируемых объектов. Взамен прямого контакта движителей транспортно – технологических средств с почвенно-растительным покровом тундры создаются временные технологические дороги и отсыпки (площадки), отсыпаемые способом «от себя». Теперь транспорт и строительные машины контактируют с временной дорогой (создаваемой из различных материалов: снега, льда, местных грунтов). А временная дорога (площадка) контактирует с почвенно-растительным покровом, не нарушая его и не оказывая растепляющего воздействия на многолетнемерзлые грунты. В некоторых случаях избежать прямого контакта не удастся, например, при рытье траншеи под трубопровод, бурении скважин под сваи. В этих случаях минимизация контактов достигается другими приемами:

1. выполнением операции в сроки (сезоны) наименьшего экологического риска;
2. применением новых, адаптированных к данным условиям и ограничениям технологий (бестраншейная прокладка трубопроводов, ударное желонирование скважин под сваи и др.);
3. изменением конструктивно – технических решений (например, способ прокладки трубопровода или методы его закрепления);
4. совершенствованием организационно – технологических решений по критериям минимизации прямых контактов;
5. в крайних случаях — отказом от строительства.

Принцип минимизации контакта достаточно методологически универсален и применим к любым видам строительно-хозяйственной и производственной деятельности. Однако наилучшую результативность он обеспечивает в экологически уязвимых неосвоенных и малоосвоенных районах, где предыдущие контакты источников техногенеза с природной средой были минимальны.

Другой основной принцип состоит в приоритетности природоохранной деятельности – *приоритет охраны природы*. Сущность принципа приоритетности состоит в том, что при разработке и реализации проектов все природоохранные сооружения, мероприятия, работы переводятся из вспомогательных в разряд основных, а некоторые – даже в разряд опережающих основные работы.

Концепция включает в себя еще ряд принципов и положений, но все они в той или иной мере способствуют реализации первых двух, принципов: минимизации контакта и приоритета охраны природы. Рассмотрим их.

Принцип выполнения технологических операций с использованием только специально адаптированных к природно-региональным и экологическим условиям и ограничениям технологий строительства, транспортно – технологического оборудования, машин – *принцип адаптации технологий по экологическим критериям*.

Реализуется этот принцип следующим образом:

- на базе исследований природных систем по критериям устойчивости вырабатываются условия и ограничения на контакты техпроцессов строительства, транспортировки грузов;
- определяются граничные величины техногенных воздействий для известных технологий на данную операцию;
- если известные технологии не удовлетворяют условиям и

ограничениям, то технологии адаптируют к ним различными методами.

Принцип самостоятельного отдельного финансирования природоохранных объектов, мероприятий, работ, или, как говорят экономисты, – *принцип финансирования отдельной строкой*. Этот принцип, если он реализуется, позволяет обеспечить финансирование опережающих работ по инженерно – экологической подготовке трасс и площадок строительства, не дожидаясь открытия финансирования для всего объекта. Пока еще действует принцип «остаточного» финансирования природоохранной деятельности. Следовательно, реализация принципа финансирования отдельной строкой является финансово – экономическим выражением принципа приоритетности охраны природы. То же относится к принципу выделения специальных природоохранных мероприятий в проекте в самостоятельные разделы, в том числе самостоятельного раздела или проекта опережающей инженерно – экологической подготовки, т.е. *принципу самостоятельного проектирования*. Реализация этого принципа возможна в полной мере только при финансировании отдельной строкой и, в свою очередь, при реализации принципа приоритетности охраны природы.

Частично принцип самостоятельного природоохранного проектирования уже реализуется. Для выполнения заданий, упомянутых ТерКСОП, разрабатываются самостоятельные проекты природовосстановительных работ и строительства природоохранных объектов.

Разрабатываются и реализуются самостоятельные проекты природовосстановительных работ на ранее освоенных газоконденсатных месторождениях: Медвежьем, Уренгойском, Ямбургском и других. Но полная реализация принципа самостоятельного проектирования и связанных с ним принципов финансирования отдельной строкой и приоритетности охраны природы требует, чтобы уже с самого начала в проект включались самостоятельные разделы (проекты) опережающих и завершающих природоохранных работ.

К этой же группе относится *принцип природоохранной специализации* производственно – строительных подразделений: строительно-монтажных, проектных, контрольных и др. В таких подразделениях природоохранные, природовосстановительные работы становятся приоритетными основными видами деятельности для всех работников, что в корне меняет экологическое самосознание людей.

Принцип экологического всеобуча подразумевает обязательную

общую экологическую подготовку всего персонала строительных организаций по курсу «Основы охраны окружающей среды при строительстве объектов нефтяной и газовой промышленности», а также обязательную специальную инженерно – экологическую подготовку для персонала специализированных природоохранных подразделений (производственных, строительных, проектных, изыскательских, контрольных).

Принцип обеспечения экологической безопасности формируемых нефтегазовых природно-технических геосистем, его реализация на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации нефтегазовых объектов требует использования, помимо технико-экономических критериев эффективности, дополнительных экологических критериев, например, критерия предельно допустимой тяжести экологического ущерба в случае возникновения аварийных ситуаций. Применение этого принципа существенно повлияет на себестоимость строительства, потребует прямых дополнительных затрат на стабилизацию природной среды и протекающих в ней экзогенных процессов, на оснащение объектов системами мониторинга и диагностики.

Принцип максимальной индустриализации строительства, особенно для экологически уязвимых районов. Этот принцип способствует сведению до минимума во временном и пространственном интервалах выполняемых строительно-монтажных работ, транспортных нагрузок, присутствия людских ресурсов, развития вспомогательной технологической и социальной инфраструктуры. Принцип максимальной индустриализации в наибольшей степени способствует реализации принципа минимизации контактов при воздействии нефтегазовых объектов наземного базирования, а в трубопроводном строительстве – не находит широкого применения, за исключением строительства подводных трубопроводов, где в базовых условиях осуществлялась сварка «плетей» труб длиной до 400 м.

Перечисленные девять принципов составляют методологическую основу концепции комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства. Однако нетрудно заметить, что на основе перечисленных принципов может быть сформулирована такая же концепция для многих других видов строительного-производственной и хозяйственно – бытовой деятельности человека. В этом проявляется научное и практическое значение указанной концепции.

Составляющие концепции комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства

На основе новой концепции комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства в отрасли разработаны и обоснованы многие экологически рациональные решения по природно- и ресурсосберегающим методам линейного трубопроводного и наземного нефтегазового строительства. Комплексная концепция реализуется в составляющих ее системах, охватывающих все, без исключения, этапы формирования нефтегазовых объектов как подземного, так и наземного базирования. *Составляющие концепции* следующие: экологическая экспертиза проектов, опережающая инженерно – экологическая подготовка, инженерно – экологический мониторинг, экологическая служба (управление, контроль), адаптация техпроцессов трубопроводного строительства, завершающая инженерно – экологическая стабилизация, экологическая подготовка кадров, нормативное обеспечение инженерной экологии.

Уже на начальном этапе проектирования будущего нефте- или газодобывающего комплекса и трубопроводов от него включается система экологической экспертизы проектов. Проекты организации строительства (ПОС) и Проекты производства работ (ППР) – то, что называется организационно – технологическим проектированием и выполняется отраслевыми проектными институтами, – все это является предметом ведомственной экологической экспертизы. Решения, заложенные в ПОС и ППР, являются определяющими для уровня строительного техногенеза, особенно на начальных этапах – подготовки строительства, обустройства трасс, площадок, баз и городков, заброски грузов, техники и т.д.

Экологическая экспертиза требует, чтобы в ПОС и ППР, так же как и в Рабочем проекте на объект в целом, присутствовали самостоятельные разделы по охране природы, полностью реализовались принципы минимизации контактов, приоритета охраны природы и другие.

Одна из ключевых систем, составляющих концепцию, – *система опережающей инженерно – экологической подготовки* территории строительства. Эта система апробирована и отработана в северных районах, представляющих наибольшие трудности для экологически безопасного освоения месторождений нефти и газа. Основные ее элементы необходимы при начале строительства в любых природно-климатических зонах. Они включают: оптимизацию по природоохранным критериям

транспортной схемы; минимизацию транспортно – технологических нагрузок в период, когда еще не развита инфраструктура; применение экологически безопасных транспорта и строительной техники на этапе пионерного выхода специализированных подразделений по инженерно-экологической подготовке; инвентаризацию всех нарушений компонентов природной среды на момент начала строительства; применение экологически безопасных конструкций временного жилья для строителей; опережающее развитие сетей водо- и энергоснабжения; строительство очистных сооружений; заброску основных строительных материалов с наименьшим экологическим ущербом и др. Время опережения этапа инженерно-экологической подготовки может быть различным, на Крайнем Севере оно составляет не менее двух сезонов.

Чтобы правильно спланировать и организовать инженерно-экологическую подготовку и все остальные этапы строительства и при этом добиться снижения до минимума экономического ущерба, необходима исчерпывающая информация о состоянии компонентов природной среды (литосферы, биосферы, поверхностных вод, атмосферного воздуха) в районе планируемого строительства. Для этого служит *система инженерно – экологического мониторинга*, эта система развертывается на осваиваемой территории (трассе или площадке) также до начала основного строительства, но не относится к опережающим работам, так как мониторинг ведется все время строительства, а затем система передается эксплуатационным службам. Мониторинг сформированной нефтегазовой природно-технической геосистемы продолжается все время эксплуатации объекта.

Функции инженерно-экологического мониторинга меняются от этапа к этапу. На начальном этапе он осуществляется для оценки фоновое (начального) состояния природной среды и ее компонентов, получения необходимой информации об устойчивости экосистемы на осваиваемой территории, активности экзогенных процессов, получения дополнительных данных для проектирования природоохранных мер и т.д. Затем мониторинг позволяет отследить развитие техногенных воздействий в ходе строительства и уровень ущерба. А по завершении строительства мониторинг обеспечивает информацию о ходе природовосстановительных процессов, устойчивости и надежности возведенных зданий и сооружений, о воздействии объектов на мерзлоту (в криолитозоне) и о влиянии этих объектов на окружающую природную среду. Развитие системы инженерно-экологического мониторинга происходит поэтапно, в

соответствии с изменением его функций на этапах. Наблюдательные посты, дистанционные системы видоизменяются, переоснащаются соответствующей техникой для контроля и диагностики не только компонентов природной среды, но и самих объектов (для этапа эксплуатации).

Для практической реализации перечисленных систем и других, о которых будет сказано далее, необходимы специалисты по инженерной экологии и соответствующие подразделения в структуре строительного комплекса. Они организуются в *системе отраслевой экологической службы*. Экологическая служба в нефтегазовом строительстве включает специализированные природоохранные подразделения для проведения экологической экспертизы, природоохранного проектирования, выполнения мероприятий по инженерно – экологической подготовке, природовосстановительных работ, экологического контроля и мониторинга. Подразделения могут формироваться как самостоятельные структурные единицы и в составе других организаций. Структура экологической службы закреплена Положением о ней. Самостоятельными становятся преимущественно производственные подразделения, т.к. природоохранные работы требуют специалистов особого рода – по инженерной экологии. Подразделения экспертизы и контроля организуются в структуре имеющихся подразделений.

Для того чтобы снести к минимуму ущерб в природной среде в период интенсивного строительства компрессорной станции, трубопровода и т.п., разработана и используется *система адаптации основных технологических циклов* нефтегазового строительства к природно-региональным условиям и экологическим ограничениям. При строительстве на Крайнем Севере, например, опыт показал, что ни одна базовая технология основного строительного цикла не может быть признана экологически безопасной для экосистемы тех районов.

Полная технологическая цепь формируется из таких операционных технологических комплексов, которые, по сравнению с остальными, обеспечивают минимальный ущерб (минимум транспортно – технологической нагрузки, полосы отвода, потребления ресурсов и т.п.), хотя не всегда это самый экономически выгодный вариант. Такие технологические потоки, в сочетании с индустриальным поточным строительством, обеспечивают достижимый минимум ущерба, но не исключают его.

Наилучший путь дальнейшего экологического совершенствования

технологий – это переход к новым экологически безопасным методам строительства. Но полное перевооружение потоков – процесс длительный. Поэтому система адаптации, направленная на минимизацию ущерба, использует такие методы, как временные ограничения (строительство в периоды минимального экологического риска) и включение в основные технологические циклы новых технологических операций.

Другая новая природовосстановительная операция – это система завершающей инженерно – биологической стабилизации нарушенных территорий. Она занимает промежуточное место между известными операциями технической и биологической рекультивации и применяется в районах, характеризующихся высокой экологической уязвимостью, где процессы биорекультивации растягиваются на годы, а нужно срочно приостановить нежелательные экзогенные процессы, угрожающие устойчивости и экологической безопасности построенных объектов. Если с помощью этой операции природно-техническая система в целом стабилизирована, то можно планомерно проводить биорекультивацию.

Такая особенность нефтегазового, особенно трубопроводного, строительства, как его удаленность и протяженность, сильно осложняет проведение эффективного экологического контроля. Да и невозможно приставить контроль к каждому шоферу, бульдозеристу, экскаваторщику и т.д. Здесь необходимо добиваться, чтобы каждый водитель, каждый строитель не только боялся штрафов за ущерб природе, но понимал и сознавал, сколь дорого обходится потом ликвидация ущерба, сколь долго восстанавливается природа, особенно в северных районах. Для этой цели создана *система экологической подготовки кадров*. В первую очередь строителей, работающих в экологически уязвимых районах. Система нацелена на то, чтобы необходимый минимум знаний по экологии и охране природы получил каждый работник, конечно, с учетом природных и экологических особенностей того региона, где предстоит работать. Система подготовки кадров рассчитана на воспитание у строителей экологического самосознания, бережного отношения к природе, понимания критической экологической ситуации в глобальном масштабе. Одновременно в рамках экологического всеобуча даются знания по экологически безопасным методам строительства, минимизации ущерба на отдельных технологических операциях. Очень важно также ознакомить строителей с законами, нормами и правилами по охране природы, так как фактор наказания, штрафы также играют большую роль в сохранении природы.

Законодательство и нормы (стандарты) в области охраны природы весьма обширны, однако, без действенного контроля и без должного экологического воспитания, они до сих пор были не эффективны и размеры экологического ущерба, а также общая ситуация с ухудшением природной среды прогрессируют. Для изменения этого положения разрабатывается *система нормативного обеспечения инженерной экологии*.

Разработаны ведомственные строительные нормы по охране природы в трубопроводном строительстве на всех операциях и во всех природно-климатических зонах страны. Совершенствуются природоохранные разделы СНиПов на проектирование и строительство нефтегазовых объектов, а также специальные разделы проектов по охране, защите и восстановлению природной среды. Важнейшим элементом системы нормативного обеспечения инженерной экологии является нормирование допустимого экологического ущерба на каждом этапе строительства. На этот нормированный ущерб (понятно, что вообще без ущерба в строительстве не обойтись) заранее проектом предусматриваются меры и средства природовосстановления, устранения или компенсации ущерба. Всякий сверхнормативный ущерб должен ликвидироваться за счет виновного. Наиболее эффективной оказывается такая нормативно – правовая система, когда наряду со штрафными санкциями в ней предусмотрены поощрительные меры (моральное и материальное стимулирование) за снижение уровня ущерба ниже нормативно – допустимого, т.е. за экономию средств на природовосстановительные работы.

2. Словарь понятий

1. **Геосистема** – фундаментальная структурная единица геологического ландшафта, объединяющая геоморфологические, климатические и гидрологические элементы на определенном участке земной поверхности.

2. **Природно-территориальный комплекс** – единая система, образованная взаимодействующими и взаимообусловленными компонентами природы (земная кора, атмосфера, вода, растения, животные), развивающиеся под ведущим и направленным влиянием литогенной основы (континенты, страны, урочища, ландшафты местности и т.д.)

3. Материалы, использованные в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

1. Формирование концепции комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства
2. Основные принципы инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства
3. Составляющие концепции комплексного инженерно – экологического обеспечения нефтегазового строительства

3.2. Задание для практического занятия

Определение категории опасности предприятия

Цель работы: Определение параметров Π и Φ по их полученному значению определение категории опасности предприятия.

Общие сведения

Характеристика категории опасности предприятия проводится по методике ОНД 1-84. Степень воздействия предприятия на загрязнение атмосферного воздуха характеризуется значением параметра Π . Если для получения разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферу необходимо учесть источники загрязнения, для которых нет обоснованных данных для расчета параметра Π , то степень воздействия предприятия на загрязнение атмосферного воздуха характеризуется значением параметра Φ .

Для определения параметра Π для каждого вещества i и каждого источника j рассчитываются значения требуемого потребления воздуха ($ТПВ$) и параметра R по следующим формулам:

$$ТПВ_{ji} = 10^3 \frac{M_{ji}}{ПДК_i} \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

$$R_{ji} = \frac{D_j}{H_j + D_j} \frac{q_{ji}}{ПДК_i}, \quad (2)$$

где M_{ji} – количество вещества, выбрасываемого источником, г/с; $ПДК_i$ – разовая предельно допустимая концентрация вещества для населенных

мест; D_j – диаметр устья источника. Если устье источника не круглое, то за D_j принимается его наибольший размер; H_j – высота источника над уровнем земли, м; q_{ji} – концентрация вещества в устье источника.

При $H_j > 0,5H_j$ для $\frac{D_j}{H_j + D_j}$ принимается значение, равное 1.

Значение параметра Π_i для каждого вещества определяется по следующей формуле:

$$\Pi_i = \sum_{j=1}^{m_1} TTB_{ji} R_{ji} \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3)$$

где m_1 – количество источников на предприятии, выбрасывающих одноименные вещества.

Для групп веществ, обладающих суммацией вредного воздействия, рассчитывается параметр Π_g по формуле:

$$\Pi_g = \sum_{i=1}^{n_1} \Pi_i \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4)$$

где n_1 – количество веществ, входящих в группу суммации.

Из всех значений Π_i и Π_g выбирается максимальное значение, которое и принимается за параметр Π для данного предприятия.

Параметр Φ_i для каждого выбрасываемого вещества рассчитывается по формуле:

$$\Phi_i = \frac{10^3}{H_{i\text{cp}}} \sum_{j=1}^{m_1} \frac{M_{ij}}{ПДК_i} \text{ м}^2/\text{с}, \quad (5)$$

$H_{i\text{cp}}$ – средняя высота выброса.

Для групп веществ, обладающих суммацией вредного воздействия, параметр Φ_g , рассчитывается по формуле

$$\Phi_g = \sum_{i=1}^{m_1} \Phi_i \text{ м}^2/\text{с} \quad (6)$$

Из всех Φ_i и Φ_g выбирается максимальное значение, которое и принимается за параметр Φ для данного предприятия.

Таблица 3.2.1

Категория опасности предприятия в зависимости от параметра Π и Φ

КОП	I	II	III	IV
Значение параметра Π $\text{м}^3/\text{с}$	более 10^8	$10^8 \div 10^6$	$10^6 \div 5 \times 10^4$	менее 5×10^4

Значение параметра Φ $\text{м}^2/\text{с}$	более 5×10^{-3}	$5 \times 10^{-3} \div 3 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{-2} \div 80$	менее 80
--	--------------------------	--	----------------------------	----------

Таблица 3.2.2

Значение P_i для различных источников (для вариантов 1,2, 11,12,13,21 – для тех, где есть все данные для расчета)

Наименование веществ	Выбросы г/с	ПДК, мг/м ³	ТПВ _i , м ³ /с	q _i , мг/м ³	R _i	P _i , м ³ /с
Источник 34						
Углев-ды пр. С1-С5	0,00079	25	0,0316	0,619122	0,001651	0,00005217
Углев-ды пр. С6-С10	0,0006	25	0,024	0,470219	0,001254	0,00003009
Диоксид азота	0,02221	0,25	88,84	17,40596	4,641588	412,35870428
Оксид азота	0,04761	0,4	119,025	37,31191	6,218652	740,17505878
Сажа	0,00924	0,15	61,6	7,241379	3,218391	198,25287356
Источник 35						
Диоксид азота	0,00131	0,25	5,24	1,605392	0,125913	0,65978470
Оксид азота	0,05863	0,4	146,575	71,85049	3,522083	516,24929414
Сажа	0,01772	0,15	118,1333	21,71569	2,838652	335,33939938

Таблица 3.2.3

Суммарное значение P_i для различных веществ (за несколько источников – несколько вариантов)

Вещество	Количество источников	$\sum P_i, \text{м}^3/\text{с}$
Углев-ды пр. С1-С5	1	0,00005217
Углев-ды пр. С6-С10	1	0,00003009
Диоксид азота	3	3956,27108414
Оксид азота	2	1256,42435292
Сажа	2	533,59227294
Оксид серы	1	822,40003845
Оксид углерода	1	7,61341792

Примечание: при определении КОП, полученные значения для С₁-С₅ и С₆-С₁₀ суммируются.

Таблица 3.2.4

Значение Φ_i для различных источников (для вариантов 3-10, 14-20,22)

– для тех, у которых не хватает данных для расчета параметра Π)

№ источника	Высота, м	Диаметр, м	Вещество	Выбросы, г/с	$\Phi_i, \text{м}^3/\text{с}$
3-22	9		Сероводород	0,003896	54,11111111
			Углев-ды пр. С1-С5	4,7050409	20,91129289
			Углев-ды пр. С6-С10	1,7402028	7,734234667
			Бензол	0,0227265	25,25166667
			Ксилол	0,0071426	3,968111111
			Толулол	0,0142852	2,645407407
4-23	9		Углев-ды пр. С1-С5	1,0344024	4,597344
			Углев-ды пр. С6-С10	0,7914996	3,517776
			Бензол	0,0049572	5,508
			Ксилол	0,001836	1,02
			Толулол	0,0033048	0,612

Порядок оформления практической работы

8. Название работы
9. Цель работы
10. Условие задания
11. Порядок расчета
12. Определение категории опасности предприятия по результатам расчета
13. Анализ полученных результатов и вывод.

Таблица 3.2.5

Данные к практическому заданию

Технологическое оборудование, агрегаты, установки	Вариант (№ источника)	Высота источника выброса, м	Диаметр, м	Параметры газовой смеси на выходе из источника выброса			Наименование веществ	Выбросы	
				скорость, м/с	объемный расход, м ³ /с	температура, °С		г/с	т/год
1	2	3	4	5	6	11	12	14	15
Неплотности ж/д цистерн (1)	1 (42)	3	12	-	0,015	20	Углев-ды пр. C1-C5	0,015441	0,60285
							Углев-ды пр. C6-C10	0,0057	0,4386
							Углев-ды пр. C12-C19	0,0000001	0,000041
							Амилены	0,0000001	0,00087
							бензол	0,000007	0,00352
							ксилол	0,000002	0,00109
							толулол	0,000005	0,00247
							этилбензол	0,0000001	0,00002
Сумма							0,0211553	1,049461	
Неплотности резервуара газового конденсата 1	2 (21)	9	15,2	-	0,015	-	Сероводород	0,003896	0,002691
							Углев-ды пр. C1-C5	4,7050409	3,2497905
							Углев-ды пр. C6-C10	1,7402028	1,201965
							Бензол	0,0227265	0,0156973
							Ксилол	0,0071426	0,0049334
							толулол	0,0142852	0,0098669
Сумма							6,493294	4,4849441	

Продолжение табл. 3.2.5

1	2	3	4	5	6	11	12	14	15
Неплотности резервуара газового конденсата 1	3 (22)	9	15,2	-	-	20	Сероводород	0,003896	0,002691
							Углев-ды пр. C1-C5	4,7050409	3,2497905
							Углев-ды пр. C6-C10	1,7402028	1,201965
							Бензол	0,0227265	0,0156973
							Ксилол	0,0071426	0,0049334
							толулол	0,0142852	0,0098669
							Сумма	6,493294	4,4849441
Резервуар для бензиновых фракций 1	4 (23)	9	15,2	-	-	-	Углев-ды пр. C1-C5	1,0344024	7,056585
							Углев-ды пр. C6-C10	0,7914996	5,3995275
							Бензол	0,0049572	0,0338175
							Ксилол	0,001836	0,012525
							толулол	0,0033048	0,022545
							Сумма	1,836	12,525
Резервуар бензина А 76 1	5(24)	9	15,2	-	-	-	Углев-ды пр. C1-C5	0,1630152	2,4435677
							Углев-ды пр. C6-C10	0,0397008	0,5951076
							Амилены	0,0054	0,080945
							Бензол	0,00432	0,064756
							Ксилол	0,000324	0,0048567
							толулол	0,003132	0,0469481
							этилбензол	0,000108	0,0016189
							Сумма	0,216	3,2378

Продолжение табл. 3.2.5

1	2	3	4	5	6	11	12	14	15
Резервуар бензина Аи 92 1	6(25)	9	15,2	-	-	-	Углев-ды пр. С1-С5	0,108272	1,3513022
							Углев-ды пр. С6-С10	0,040016	0,4994247
							Амилены	0,004	0,0499225
							Бензол	0,00368	0,0459287
							Ксилол	0,000464	0,005791
							толулол	0,003472	0,0433327
							этилбензол	0,000096	0,0011981
Сумма							0,16	1,9968999	
Резервуар дизельного топлива	7 (26)	9	15,2	-	-	-	Углев-ды пр. С12-С19	0,0008722	0,008598
Сумма							0,0008722	0,008598	
Резервуар печного топлива	8 (27)	9	10,4	-	-	-	Углев-ды пр. С12-С19	0,0017	0,00856
Сумма							0,0017	0,00856	
Дренажная емкость 1	9 (28)	3	15,2	-	-	-	Углев-ды пр. С1-С5	0,0015212	0,1442867
							Углев-ды пр. С6-С10	0,001164	0,1104047
							Бензол	0,0000073	0,0006915
							Ксилол	0,0000027	0,0002561
							толулол	0,0000049	0,000461
Сумма							0,0027001	0,2561	
Блок насосной 1	10 (33)	3,5	-	-	-	-	Углев-ды пр. С1-С5	0,00207	0,00353
							Углев-ды пр. С6-С10	0,00076	0,00129
							Углев-ды пр. С12-С19	0,00074	0,00126
							Амилены	0,0000372	0,00006

							Бензол	0,0000398	0,00007
--	--	--	--	--	--	--	--------	-----------	---------

Продолжение табл. 3.2.5

1	2	3	4	5	6	11	12	14	15
							Ксилол	0,00000531	0,00001
							толулол	0,00000345	0,00005
							Сумма	0,00365576	0,00627
котельная 1	11(35)	20	0,4		0,816		Диоксид азота	0,00131	0,07544
							Оксид азота	0,05863	3,37708
							Сажа	0,01772	1,02068
							Сумма	0,07766	4,4732
печь 1	12 (34)	7	0,5		1,276		Углев-ды пр. C1-C5	0,00079	0,06198
							Углев-ды пр. C6-C10	0,0006	0,04742
							Диоксид азота	0,02221	0,14286
							Оксид азота	0,04761	2,74214
							Сажа	0,00924	0,53222
							Сумма	0,08045	3,52662
дыхание емкости бензиновойцции 1	13 (29)	1,2	4,5		0,018		Углев-ды пр. C1-C5	0,0256	1,8032
							Углев-ды пр. C6-C10	0,0196	1,3798
							Бензол	0,0001	0,0086
							Ксилол	0,0000	0,0032
							толулол	0,0004	0,0256
							Сумма	0,0457	3,2204
дыхание емкости бензиновой фракции 1	14 (30)	1,2	4,5				Углев-ды пр. C1-C5	0,0256	1,3372
							Углев-ды пр. C6-C10	0,0196	1,0232
							Бензол	0,0001	0,0064
							Ксилол	0,0000	0,0024
							толулол	0,0004	0,019

							Сумма	0,0457	2,3882
--	--	--	--	--	--	--	--------------	--------	--------

Продолжение табл. 3.2.5

1	2	3	4	5	6	11	12	14	15
дыхание емкости дизтопливо	15 (31)	1,2	4,5				Углев-ды пр. C1-C5	0,0003	0,0082
							Углев-ды пр. C6-C10	0,0003	0,0063
							Сумма	0,0006	0,0145
дыхание дренажной емкости 1	16 (32)	2,5	3				Углев-ды пр. C1-C5	0,0015	0,04093
							Углев-ды пр. C6-C10	0,0012	0,3132
							Бензол	0,0000	0,002
							Ксилол	0,0000	0,0007
							толулол	0,0000	0,0058
							Сумма	0,0027	0,3626
дыхание емкости бензиновой фракции 1	17 (36)	2,5	7,6				Углев-ды пр. C1-C5	0,0342	0,01418
							Углев-ды пр. C6-C10	0,0083	0,00345
							Амилены	0,0011	0,00047
							Бензол	0,0009	0,00038
							Ксилол	0,00007	0,00003
							толулол	0,00066	0,00027
							Этилбензол	0,00003	0,000009
							Сумма	0,04526	0,018789
дыхание емкости мазут	18 (37)	2,5	7,6				Углев-ды пр. C12-C19	0,00025	0,00102
							Сероводород	0,0000012	0,000005
							Сумма	0,0002512	0,001025
дыхание емкости дизтопливо	19 (38)	2,5	7,6				Углев-ды пр. C12-C19	0,0015	0,00068
							Сероводород	0,0000	0,000002
							Сумма	0,0015	0,000682

Окончание табл. 3.2.5

1	2	3	4	5	6	11	12	14	15
дыхание емкости печное топливо	20 (39)	2,5	7,6				Углев-ды пр. C12-C19	0,00028	0,0012
							Сероводород	0,0000	0,0000
							Сумма	0,00028	0,0012
котел 1	21 (40)	20	0,4		0,816		Диоксид азота	0,096	2,4755
							Оксид серы	0,0925	2,172
							Оксид углерода	0,089	2,1205
							Сумма	0,2775	6,768

Контрольные вопросы к практической работе

14. Что такое ПДК, ТПВ, М ,
15. Что учитывает и от чего зависят параметры П и Ф?
16. Дайте определение ПДК_{сс}, ПДК_{мр}, ПДК
17. Кто устанавливает ПДК, как часто пересматривают эти нормы.
18. Что такое ВСВ – временно согласованный выброс?

Литература:

19. Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. М.: Наука, 1985. 247 с.
20. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Беларусь / Отв. Ред. Логинов В.Ф. Мн.: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ, БелСЭПС, 1995.
21. Данилов – Дангильян В.И., Горшков В.Г., Арский Ю.М. и др. Окружающая среда между прошлым и будущим: мир и Россия. М.: ВИНТИ, 1994. 133 с.
22. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. 2-е изд. – М.: Гидрометеиздат, 1984.–560 с.
23. Кочурова Б.И. Влияние хозяйственной деятельности на почвы СССР //География и природные ресурсы. 1982. № 1. С.8 – 15.
24. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде / Пер. с англ. Т. 1. М.: Прогресс-Пангея, 1993. С. 250.
25. Новиков Г.А. Основы общей экологии и охраны природы. Л.: Изд-во ЛГУ, 1979. С. 350.
26. Яблоков А.В., Остроумов С.А. Уровни охраны живой природы. М.: Наука, 1985. 175 с.

МОДУЛЬ 12
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НА ЭТАПЕ
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ВВЕДЕНИЕ

Данная тема посвящена природоохранным требованиям к проектам производства работ в нефтегазовом строительстве. Требования к предпроектному изысканию для целей охраны окружающей среды и экологической безопасности нефтегазового строительства. В модуле отражено природоохранное содержание проектов организаций нефтегазового строительства и производства работ, экологическая экспертиза нормативно-технической и проектной документации.

Схема изучения нового материала

Тема занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
1. Природоохранные требования к проектам производства работ в нефтегазовом строительстве	Формирования новых знаний	Лекция	1
2. Экологическая экспертиза нормативно-технической и проектной документации.	Углубление и систематизация навыков, коррекция и контроль знаний	Интерактивный семинар	1

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Новые природно-охранные требования к проектам организации производства работ в нефтегазовом строительстве

Организуя начало в обеспечении охраны окружающей среды при строительстве объектов НГК является всесторонне (научно, экономически и экологически) обоснованный проект ПОС, ППР, включающий полный комплекс мероприятий по охране, защите, восстановлению природной среды на всех этапах формирования объекта, а также в случае возникновения непредвиденных (аварийных) ситуаций, залповых выбросов вредных веществ и т.п.

Согласно современным требованиям охраны окружающей среды в проектах нефтегазовых объектов предусматривается:

- оптимизация трасс трубопроводов с учетом не только технико-экономических, но и экологических критериев (обход охранных зон, проход, преимущественно, по устойчивым ландшафтам, минимизация инфраструктуры трубопровода);
- преимущественно подземная прокладка трубопроводов для полномасштабного хозяйственного использования земель (полосы отвода) по окончании строительства;
- включение в конструкцию объекта средств автоматики и телемеханики, систем пожаротушения для снижения отказов и ущерба от них;
- конструктивные решения по сбору и утилизации загрязнений в местах приемки очистных поршней;
- охлаждение транспортируемого газа (в криолитозоне) до нулевых и отрицательных температур;
- теплоизоляция трубопроводов, утолщение стенок трубы и усиление изоляции для опасных участков;
- включение в проект полномасштабных систем очистки воды и стоков решений по утилизации твердого остатка на КОС, твердых бытовых отходов (ТБО);
- сооружение наземных объектов преимущественно из комплектно-блочных устройств (КБУ) с доведением их массы до 600 – 1000 т;
- концентрация промысловых скважин в «кустах» с доведением числа скважин в кусте до 20 – 30;
- воздушное охлаждение агрегатов насосных и компрессорных станций, включение в технологический цикл горизонтальных факельных устройств (ГФУ) для сжигания твердых остатков на фильтрах и др.

Этот комплекс конструктивно-технических решений, включаемых в проекты, во много раз снижает эксплуатационный экологический ущерб, но не исключает его. Остаются значительными выбросы в атмосферу продуктов сгорания газоперекачивающих агрегатов (оксидов азота и углерода) и природного газа.

Природоохранные объекты, мероприятия, конструктивные решения выносятся в отдельные тома рабочего проекта: по охране атмосферного воздуха; поверхностных и грунтовых вод, почв и земель, флоры и фауны; защите от шума, полей и излучений. Отдельно разрабатываются проекты компенсационных мероприятий: по созданию охранных зон, сооружению рыбо- и зверопитомников, социально-компенсационным мероприятиям. Размеры средств, направляемых на охрану природной среды, в новых

проектах достигают 10 – 12 % от общей суммы капиталовложений.

Разработан «Эталон природоохранной части рабочего проекта», это типовой проект природоохранных мер, который содержит требование по всем компонентам природной среды.

Наличие и использование типового природоохранного проекта не исключает необходимости сбора и анализа подробной информации о природной среде осваиваемой территории. Для проектной проработки вопросов охраны чистоты атмосферного воздуха, воды, почв, для разработки надежных оснований и фундаментов, оптимизации трасс трубопроводов и других коммуникаций требуется более подробная предпроектная информация, чем это обеспечивается сегодня нормами изысканий в строительстве. Для этих целей требуется, по сути дела, подробный экологический паспорт территории, в котором, в отличие от экологического паспорта, регламентированного ГОСТ 17.0.0.04–90 для промпредприятий, должны быть зафиксированы состояние и тенденции (процессы) по всем, без исключения, компонентам природной среды, как расчетные, так и полученные натурными измерениями и исследованиями.

На основе рабочего проекта разрабатывается организационно-технологическое обеспечение нефтегазового строительства – проект организации строительства и проект производства работ. В этих проектно-технологических документах также включены разделы охраны окружающей среды, для которых разработаны «Типовые разделы ПОС и ППР по охране окружающей среды». Они включают:

- экологическую характеристику района строительства;
- расчеты по планируемому уровню нарушений и загрязнений природной среды в результате строительства по компонентам, воде, воздуху, ландшафтам, сельскохозяйственным угодьям, геологической среде, флоре, фауне, шумовым воздействиям и излучениям; решение по утилизации выбросов, стоков, твердых отходов;
- комплекс природоохранных мероприятий в зоне строительства, в том числе компенсационных – по рациональному землепользованию; сохранению и охране флоры и фауны; охране вод и ихтиофауны, атмосферного воздуха; предупреждению накопления ТБО и строительных отходов; охране ландшафтов, сельскохозяйственных угодий, геологической среды, лесов;
- рекомендации по организации работ и сведения по объемам работ по охране окружающей среды;
- сведения (карты) по охраняемым природным территориям в зоне

строительства (заповедникам, заповедно-охотничьим хозяйствам, национальным паркам, заказникам).

Таким образом, при разработке типового природоохранного раздела организационно-технологической документации использованы те же принципы, что и для природоохранного раздела рабочего проекта. С возрастанием уровня требований к охране природы такое природоохранное содержание ПОС и ППР уже не обеспечивает комплексного инженерно-экологического обеспечения. В соответствии с новой концепцией меры по охране окружающей среды должны пронизывать все разделы ПОС и ППР, а самостоятельный раздел охраны природы необходимо *разделить на разделы*: опережающей инженерно-экологической подготовки; постоянно действующих мероприятий на весь период строительства; завершающего комплекса природовосстановительных мер.

Все эти требования соответствуют основополагающему документу ВСН 014-89 «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Охрана окружающей среды», на основе и в развитие которого совершенствуются нормы для строительства наземных нефтегазовых объектов и нормы организационно-технологического проектирования нефтегазового строительства.

Требования к предпроектным изысканиям и информационному обеспечению для целей охраны окружающей среды и экологической безопасности нефтегазового строительства

Состав и объемы инженерных изысканий для проектирования и строительства магистральных трубопроводов специальным нормативным документом не оговорены и подпадают под действующий СНиП 1.02.07–87 «Инженерные изыскания для строительства». Кроме того, при производстве изысканий в криолитозоне надо руководствоваться «Нормами производства инженерно-геологических изысканий для строительства на вечномерзлых грунтах». Опыт последнего десятилетия по строительству объектов Уренгоя, Ямбурга и других показал недостаточность изысканий, регламентированных указанными документами, для решения инженерных и экологических проблем нефтегазового строительства в сложных природно-климатических условиях криолитозоны.

Для решения проблемы изысканий на мерзлоте под строительство наземных объектов и магистральных трубопроводов в отрасли НТК

созданы специализированные структуры – тресты инженерно-геологических изысканий и мониторинга. Отраслевые нормативы изысканий и мониторинга делают акцент на изучении физико-механических свойств мерзлых грунтов и характеристик крио процессов. Опыт работы изыскателей на северных газопроводных трассах показал необходимость изучения геокриологических характеристик, неразрывно связанных с показателями их устойчивости к криогенным и эрозионным процессам. Наряду с традиционными объектами изысканий, такими, как микро- и макрорельеф трассы, геологическое строение верхних горизонтов литогенной основы, гидрологические условия, поверхностные стоки и подземные воды и их агрессивность, состав и свойства грунтов для размещения объектов, требуют изучения геологические, инженерно-геологические, геокриологические и гидрогеологические процессы и явления, в том числе карстовые, эрозионные и склоновые процессы. Вне связи с процессами в самом верхнем почворастительном слое литогенной основы комплекс таких изысканий получил определение инженерно-геологического мониторинга. Практика показала, что он является частным случаем инженерно-экологического мониторинга, позволяющего учесть при оценке и прогнозировании устойчивости природно-технических геосистем также и биологические факторы.

Операция выбора оптимальной трассы магистрального газопровода (системы газопроводов) предшествует детальным инженерным изысканиям и основывается на топогеодезической карте местности масштаба 1:2000000 или 1:4000000 и фондовых материалах о геологическом строении, залегании ММГ и гидрологии.

Оптимизационная задача трассирования между двумя заданными пунктами сводится к поиску экстремумов целевой функции, в качестве которой используют минимум суммарных приведенных затрат. Экологические факторы при этом не учитываются.

В сложных условиях выбор трасс и мест размещения объектов на такой информационной основе может носить только ориентировочный характер. Затем следуют геологические изыскания, экологические исследования с целью комплексного инженерно-геологического и природоохранного картирования зоны предполагаемого строительства в крупном масштабе до 1:2000, а в особых случаях до 1:5000 и 1:2000. На основе картирования производится классификация ландшафтов (в ранге урочищ) по критериям устойчивости с учетом геологической и геокриологической основы, определяются особые охраняемые природные

зоны, которые необходимо обойти при строительстве, и производится расчет эколого-экономической результативности проекта, где сопоставляется ущерб в денежном и натуральном выражении с экономической эффективностью.

Проведение исследований и наблюдений, анализа и обобщений, составление детальных типологических геоботанических карт, которые отображают закономерность распределения почвенно-растительных покровов, их состав и динамические свойства во взаимосвязи с верхним (0 – 15 м) литогенным горизонтом – это необходимое условие на стадии предпроектных изысканий для районов неустойчивого экологического равновесия, чтобы включить в проект не только всесторонне обоснованную технологию рекультивации, но также для планирования мероприятий опережающей инженерно-экологической подготовки, назначения экологических ограничений для технических решений и технологических процессов строительства, регламентирование сезонных ограничений ведения работ. Работы по детальному природному районированию в неосвоенных труднодоступных районах дороги и трудоемки, поэтому детальное природное районирование должно проводиться на ограниченных площадях – в полосе шириной 0,5 – 2,5 м вдоль ориентировочных трасс трубопроводов, коммуникаций и предполагаемых наземных объектов.

Стоимостные характеристики экологических критериев сегодня не во всем соответствуют действительным потерям и перспективным оценкам ввиду действовавшей необоснованно низкой платы за природные ресурсы. Не все экологические факторы можно адекватно перевести в рубли. В первую очередь это касается условий проживания коренных народностей, редких видов флоры и фауны, занесенных в Красные книги, и т.п.

Поэтому для решения задачи оптимального выбора трассы трубопровода с учетом не только затратных, но и экологических факторов, необходимо использовать карты-схемы природного районирования и карты-схемы типов взаимодействий в природно-технической геосистеме «трубопровод – окружающая среда». С помощью ЭВМ на базе этих карт-схем можно синтезировать комплексную карту-схему, включающую все инженерно-строительные, технико-экономические и природно-климатические ограничения для трассирования.

Информационное обеспечение и изыскания для проектирования актуальны не только для областей криолитозоны, но для всех типов природно-климатических условий, которые классифицированы как

сложные (южные районы степей, полупустынь и пустынь, горные районы, водные преграды на пути коммуникаций, районы с экологически напряженной обстановкой, а к ним относятся более 80 % территории страны). Поэтому практика комплексного полномасштабного инженерно-геологического и инженерно-экологического обеспечения проектирования и строительства, взамен обычных регламентированных изысканий, должна стать правилом, а не исключением. Проводятся эти работы, как и геологоразведка, преимущественно в летнее время. Для передвижения используются обычные вездеходы, которые даже за однократный проход по некоторым участкам тундры могут активизировать криогенные и эрозионные процессы. Изыскатели используют в работах буровую технику и мобильные приборные комплексы, смонтированные на мощных вездеходных грузовиках. Аэрофотосъемка вновь осваиваемых районов (например, п-ва. Ямал) наглядно показала, что до начала основных строительных работ тундре уже причинен большой экологический ущерб работой буровиков и изыскателей.

Решение проблемы здесь в создании экологически безопасных для неустойчивых ландшафтов легких и тяжелых средств транспорта. Такие средства разрабатываются и скоро поступят на трассы. Пока нет экологически чистого транспорта, необходимо часть изысканий перенести на зимний период, шире применять дистанционные методы, предусмотреть мероприятия и затраты на устранение ущерба, стабилизацию экологической обстановки на нарушенных участках.

Природоохранное содержание проектов организации нефтегазового строительства и производства работ

Проект организации строительства и его природоохранные разделы разрабатываются на основе технико-экономического обоснования и Рабочего проекта на строительство объекта. В соответствии с действующими нормами организационно-технологического проектирования раздел ПОС «Охрана окружающей среды» разрабатывается как специальный дополнительный раздел ПОС, наряду с разделами охраны труда, радиационной безопасности и т.п. Критерием разработки природоохранного раздела является обеспечение экологической безопасности строительства.

Структура природоохранного содержания ПОС включает три самостоятельных раздела по организации опережающих работ: по инженерно-экологической подготовке территории строительства;

завершающего цикла природовосстановительных работ;

Рассмотрим содержание дополнительных разделов ПОС, касающихся охраны окружающей среды.

1. «Организация опережающей инженерно-экологической подготовки территории нефтегазового строительства». *В этот раздел входят:*

1) Анализ экологической ситуации в зоне строительства.

Анализ содержит установленные на основе инженерно-экологических изысканий, исследований, мониторинга данные о состоянии всех компонентов природной среды осваиваемой территории на данный момент. Он включает карты природоохранного районирования (по критериям устойчивости ландшафтов), инвентаризации имеющихся нарушений ландшафтов, поверхностных вод, геологической среды, флоры и фауны; сведения по фоновым концентрациям веществ – загрязнителей в атмосферном воздухе, поверхностных и грунтовых водах, почвах и грунтах, растительности; карты специальных охранных зон, не только природоохранных (заповедники, заказники, национальные парки), но и рекреационных, водоохранных и др.; карты видов и мест обитания диких животных, гнездований, нерестилищ, ареалы видов флоры и фауны, включенных в Красные книги; карты особых социально-экологических факторов, если таковые имеются, радиационной обстановки. Это все помимо обычной топогеодезической основы – сведений о верхних горизонтах геологической среды (0 – 15 м); рекомендаций по отводу карьеров строительного грунта, торфа (для рекультивационных работ); гидрогеологических сведений; характеристик рек и водоемов в зоне строительства и др.

Такой уровень информационного обеспечения позволяет сегодня сделать анализ экологической ситуации и выработать рекомендации по минимизации контактов источников строительного техногенеза с объектами природной среды, особенно на этапе пионерного выхода специализированных подразделений по инженерно-экологической подготовке территорий (трасс, площадок) строительства.

2) Организация пионерного выхода.

Здесь прорабатывается минимизированная по экологическим критериям транспортная схема (I этапа – пионерного выхода, II этапа – на весь период строительства для заброски грузов, движения техники и автотранспорт). Разрабатываются формы организации труда (вахтовые, экспедиционные или др.). Определяются: номенклатура технологических

объемом пионерного выхода, объектов и работ инженерно-экологической подготовки. Это сеть коммуникаций, карьеры грунта, площадки дин строительных машин, транспорта, складирования материалов, размещения сварочных, изоляционных и других промбаз, складов ГСМ и других (жилгородка, сооружений КОС, ВОС, водозаборов, водоводов, инженерных сетей).

3) Организация опережающей инженерно-экологической подготовки.

На этом этапе отдельно планируются трудовые процессы по созданию полной инфраструктуры основного нефтегазового строительства: по охране вод, воздуха, растительности, почв, грунтов, фауны, возведению экологически безопасных вахтовых комплексов, водозаборов, баз, теплоэнергообъектов, инженерных сетей, полному развитию дорожной сети и связи, полигонов утилизации ТБО и др.

На этом этапе организуется расчистка и планировка трасс, площадок (в соответствии с ВСН 014-89, с учетом природно-климатических зон), в криолитозоне прорабатывается организация заготовок грунта для его обезвоживания и отсыпка оснований, насыпей; определяются конструктивные решения по обеспечению устойчивости объектов технологической инфраструктуры на весь период строительства.

4) Организация экологического контроля и мониторинга.

Поскольку в опережающем периоде уже присутствуют техногенные воздействия и загрязнения, то соответственно необходимо уже с этого этапа организовать экологический контроль. Контролировать надо правильность землепользования; уровни загрязнения воды, почв и грунтов; качество работы двигателей внутреннего сгорания автомашин и строительных машин; качество строительно-монтажных работ (СМР) при возведении природоохранных объектов: водозаборов, КОС, ВОС, полигонов утилизации, а также всех прочих объектов опережающей подготовки, особенно – дорог, карьеров, трасс трубопровода, площадок под наземные объекты. Контролировать надо соблюдение производственной дисциплины, особенно если вблизи есть охранные зоны, оборудование охранных зон вокруг водозаборов и пр.

На этом же этапе планируется организация постов мониторинга (фоновый – компонентов природной среды и специального – устойчивости объектов, экологической безопасности).

5) Организация подготовки кадров.

Это важный этап, на котором планируется подготовка всех

работников – участников предстоящего строительства, в том числе опережающего этапа по курсу «Основы охраны природы при нефтегазовом строительстве с учетом конкретной экологической обстановки, природно-региональных особенностей».

6) Сетевой график.

Для всего комплекса опережающей подготовки разрабатывается и привязывается к календарю график выполнения работ с учетом природно-климатических условий и экологических ограничений. Это особенно важно для криолитозоны и других районов, где действуют природоохранные регламенты.

7) Объемы работ опережающего цикла.

Подсчитываются общие объемы работ опережающего цикла и отдельно объемы собственно природоохранных работ, что необходимо для оценки затрат на охрану природы на этапе.

8) Оценка уровней экологического ущерба и экологической опасности.

Подсчет экологического ущерба (по действующим методикам и ценам за природные ресурсы) осуществляется для этапа опережающей подготовки, включая плату за земле- и водопользование, сведение леса и т.д. Здесь же рекомендуется обосновать необходимый минимум отвода земель во временное пользование для технологических нужд. На последующих этапах эта обоснованная площадь отвода становится нормативно-допустимым показателем ущерба. Оценка уровня экологической безопасности является наименее исследованным вопросом. Существуют различные методики, разрабатываются новые. Применение той или иной методики определения и обоснования показателей экологической безопасности должно быть согласовано с заинтересованными сторонами – основным природопользователем и заказчиком.

9) Оценка эколого-экономической результативности.

Производится сопоставление затрат на собственно природоохрану и оценки уровня ущерба в денежном выражении на опережающем этапе. Такая оценка проводится для всех этапов и в конечном счете будет получена общая оценка эколого-экономической результативности. Используя ее как критерий оптимизации, можно корректировать проект, добиваясь минимизации ущерба при разумных затратах на охрану окружающей среды.

2. «Организация природосберегающего основного технологического

цикла нефтегазового строительства и испытаний». Этот раздел помимо вопросов организации основного строительства – технологического цикла, включает специальные природоохранные вопросы.

Экологический регламент – это нормативы допустимых воздействий и загрязнений в период основных строительно-монтажных работ. Определяются они на основе фоновых показателей состояния природной среды и функционирования инфраструктуры технологического комплекса, созданной на предыдущем этапе. Из этой суммы рассчитываются ПДВ основного технологического цикла. Они, в свою очередь, явятся критериями комплектования технологических потоков, транспортных звеньев, выбора материалов, технологий, сроков работ.

Экологический контроль и мониторинг этапа основных СМР. Они планируются как формы контроля состояния компонентов природной среды, а также контроля качества строительства, т.е. это вопрос организации инспекционной формы экологического контроля.

Организация экономического стимулирования природосберегающих методов СМР. Проведенные эксперименты показали, что даже в обоснованных нормах природо- и ресурсопользования для строительства есть значительные резервы. Если за счет экономии средств на платежах за землю, воду, экономию на восстановительных работах охвачено стимулирование работников, то возможна 10 – 30 % -ная экономия отвода земель, водопользование без ущерба для технологии и качества строительства.

3. Организация завершающего цикла природовосстановительных работ – это новый дополнительный раздел, специализированный только на природоохранных мероприятиях. *В него входят:*

1) Организация специальных изысканий для целей восстановления природной среды (ландшафтов, поверхностных водоемов и водотоков)

Она включает проведение геодезической съемки в совокупности с геоботаническими, геохимическими, агротехническими и, в случае необходимости, гидрогеологическими исследованиями. Они нужны для организации работ, принятия технических решений, отработки технологий инженерных и биологических этапов стабилизирующих и рекультивационных работ. Этот этап может быть частично совмещен по времени с опережающей подготовкой, чтобы получить чисто фоновые характеристики, без вмешательства строительного техногенеза.

2) Организация этапов работ по комплексному восстановлению природной среды.

Организация инженерных этапов стабилизации и рекультивации планируется непосредственно по окончании основных СМР, чтобы не допустить активизации экзогенных процессов. Биологические этапы (если их осуществляют строители – на несельскохозяйственных землях) планируются как многолетние работы, с учетом природных зон. Здесь очень важно учесть, что организация работ на второй и последующие годы будет затруднена тем, что к этому времени будут ликвидированы все объекты временной технологической инфраструктуры.

3) Экологический регламент технологий восстановительных работ.

Это нормы допустимого ущерба и воздействий для технологий восстановительных работ. Поскольку этап завершающий, то нормы обосновываются таким образом, чтобы к последней операции восстановительных работ (обычно на 34 год) снизить ущерб ландшафтам, поверхностным водам до нуля.

4) Экологический контроль и мониторинг.

На завершающем этапе экологический контроль осуществляется в двух формах: производственной – контроль качества работ по стабилизации и рекультивации; инспекционный – контроль параметров компонентов природной среды. Мониторинг на этом этапе включает функции: устойчивость законченного строительства объекта, стабильность природной среды, ход рекультивации.

5) Определение итоговой эколого-экономической результативности.

Суммируются оценки этого критерия на всех этапах и прогнозируется общая результативность, как критерий оптимальности разработанного ПОС.

Разделы IV и V ПОС, касающиеся экологии человека и компенсационной экологии, здесь мы не рассматриваем, так как экология человека – это самостоятельная обширная область знаний, включающая следующие науки: охрану труда, медицину, промгигиену, радиобиологию и другие, не входящие в предмет данной книги, а компенсационные программы разрабатывают строго индивидуально с учетом как природных, так и социальных факторов. Отметим, что и компенсационную программу могут входить мероприятия по лесоразведению, звероводству, развитию социальной инфраструктуры и др.

Проекты производства работ (ППР) могут разрабатывать каждую технологическую операцию нефтегазового строительства отдельно, а для малых локальных объектов ППР может быть общим для всех этапов. На примере ППР на опережающую инженерно-экологическую подготовку

территории строительства рассмотрим, каким новым природоохранным содержанием должен насыщаться ППР. В начале ППР рекомендуется привести экологический регламент допустимых воздействий и загрязнений, действующий или расчетный для данной территории, так как первый документ ППР – сетевой график производства работ должен удовлетворять требованиям по пространственно-временным ограничениям производства работ, если они регламентированы.

Посредством анализа экологических характеристик технологического оборудования, строительных машин, транспортных средств, материалов (на основе их экологических паспортов) осуществляется комплектование оборудования технологических потоков для каждой операции. Затем на этой основе формируются комплексные технологические потоки, которые просчитываются на суммарный экологический ущерб, воздействия на природную среду, загрязнение (в эксплуатационном и ремонтно-профилактическом режимах). Если комплекс удовлетворяет параметрам нормативно-допустимого ущерба, указанным в экологическом регламенте строительства, то разрабатываются технологические схемы и операционные технологические карты. Предпочтение должно отдаваться поточно-скоростным методам и технологиям строительства, повышающим темпы и сокращающим время производства работ, общее время пребывания строителей и машин на территории, а, следовательно, способствующих понижению уровня ущерба. Для трассового трубопроводного строительства, например, предпочтение надо отдавать однопроходным технологиям, желательно с совмещением операций (изоляция трубопровода – с одновременной укладкой и засыпкой его в траншею и т.п.). Это способствует снижению транспортно-технологической нагрузки на полосу строительства. Подобный эффект обеспечивает использование комплектно-блочных устройств. Например, применяя на опережающем этапе монтаж КОС, ВОС, водозаборов, промбаз, складов, вахтовых жилищ, можно до минимума свести транспортную нагрузку на территорию и сократить время на монтаж, так как при высокой степени заводской готовности КБУ на площадке останутся необходимость в проведении только операции устройства оснований и межблочных соединений.

В операционных картах указываются контролируемые параметры качества работ, сюда же целесообразно включить необходимые параметры экологического контроля (для природоохранных этапов).

Для этапа основных СМР в ППР не включаются параметры

экологического контроля. Для экологического контроля и мониторинга на этом этапе разрабатывается самостоятельная операционная карта (т.е. ППР на экологический контроль и мониторинг).

В раздел исполнительной документации включаются исполнительные документы на природоохранные работы, например, на снятие и складирование почвенно-растительного слоя в полосе строительства.

В перечень нормативно-технической и организационно-технологической документации для данного этапа работ (операций) включаются нормативы, регламентирующие воздействия и загрязнения, нормы опережения (только для опережающего этапа), показатели качества природоохранных работ и объектов и другие экологические параметры.

В завершающих разделах ППР по охране труда, радиационной безопасности, по сути являющихся разделом экологической безопасности работника, содержатся нормы обеспечения экологически безопасных трудовых процессов.

Разработка полностью экологически обеспеченного ППР не представляет больших затруднений, если вся предыдущая проектная документация прошла экологическую экспертизу и полностью отвечает концепции комплексного инженерно-экологического обеспечения. Если это условие не выполняется, то в ППР также не удастся добиться решения инженерно-экологических вопросов. Поэтому рассмотрим требования к проведению экологической экспертизы.

Экологическая экспертиза нормативно-технической и проектной документации

Экологическая экспертиза проектов представляет собой определенную нормативными актами деятельность экспертных подразделений органов государственного и отраслевого контроля или специально создаваемых экспертных групп и комиссий по анализу, проверке и оценке предплановой, проектно-планировочной, проектно-сметной, конструкторской и технологической документации на ее соответствие установленным правилам и требованиям охраны окружающей среды и рационального природопользования, в целях предупреждения возможных негативных воздействий проектируемых объектов на окружающую среду и обеспечения благоприятного ее состояния при эксплуатации этих объектов.

Экологическая экспертиза проектов осуществляется на основе

следующих принципов: приоритета права общества на благоприятную окружающую среду; гармоничного сочетания экономических и экологических интересов; территориально-отраслевой и экологической целесообразности реализации проектов; экологической совместимости существующих и запроектированных объектов с требованиями охраны окружающей среды; строгого соблюдения норм проектирования, строительства и эксплуатации объектов и норм природопользования. Экологическая экспертиза проектов осуществляется на основе следующих принципов: приоритета права общества на благоприятную окружающую среду; гармоничного сочетания экономических и экологических интересов; территориально-отраслевой и экологической целесообразности реализации проектов; экологической совместимости существующих и запроектированных объектов с требованиями охраны окружающей среды; строгого соблюдения норм проектирования, строительства и эксплуатации объектов и норм природопользования.

Экологическую экспертизу документации осуществляют в целях:

- обеспечения научно обоснованного определения соответствия нормативно-технических документов, конструкторских проектных решений, технологий, машин и механизмов современным экологическим требованиям перед их утверждением компетентными государственными органами;
- предупреждения возможных негативных воздействий на экосистемы участка (района) размещения планируемых и проектируемых объектов в процессе их сооружения и эксплуатации;
- сохранения устойчивости естественных и техногенных экосистем при реализации отраслевых производственных планов, в целях обеспечения благоприятных для хозяйственной деятельности и жизни людей природных условий;
- полного и комплексного использования минерально-сырьевых и энергетических ресурсов путем внедрения прогрессивных малоотходных и безотходных технологических процессов и производств.

Основной задачей экологической экспертизы является анализ имеющихся в проекте, как и в иной документации, оценок воздействий на окружающую среду и природные ресурсы в целом и по отдельным компонентам. Оценка воздействий на окружающую среду и природные ресурсы в целом и по отдельным компонентам. Оценка воздействий на окружающую среду (ОВОС) включает:

- цель и необходимость осуществления проекта, способы его

осуществления;

— реальные альтернативы, включая отказ от реализации проекта, в предполагаемом районе размещения объектов;

— виды и уровни воздействия на окружающую среду намеченного строительства и эксплуатации нефтегазодобывающих и нефтегазотранспортных объектов и комплексов (в условиях нормальной эксплуатации и в аварийной ситуации);

— изменяющиеся параметры состояния окружающей среды в случае реализации рассматриваемых вариантов, а также социально-экологические последствия осуществления проектов;

— меры по уменьшению отрицательного воздействия и снижения вероятности аварийных ситуаций (экологического риска).

Результаты анализа – материалы ОВОС включают перечни источников воздействий (таблицы количественных и качественных характеристик в режимах «штатной» эксплуатации и для аварийных ситуаций).

Выделяются наиболее значимые источники воздействий, по которым прорабатывается глубокая оценка и прогноз последствий.

При оценке последствий наиболее значимых воздействий (прямых, косвенных, вторичных, кумулятивных, синергетических) учитываются последствия: для природной среды, для здоровья и условий проживания населения, включая рекреационные, эстетические, культурные и исторические аспекты. При оценке последствий выделяют периоды строительства, нормального функционирования и аварийные ситуации. Определение возможности уменьшения отрицательного воздействия нефтегазового строительства на окружающую среду включает оценку следующих вопросов: эффективности предлагаемых специальных природоохранных мер; мер защиты населения и территории от опасных воздействий; мер по повторному использованию и удалению отходов и мер по обеспечению экологической безопасности.

Результаты ОВОС оформляются в виде отдельного документа – «Заявления об экологических последствиях» в случае, если в процессе ОВОС установлено, что намечаемая деятельность может оказать значительное или недостаточно изученное воздействие. «Заявление об экологических последствиях», помимо информации о результатах ОВОС, должны содержать анализ экологического риска, а также обоснование выбора предлагаемого варианта, условия и возможность его осуществления.

Эксперты-экологи при проведении экспертизы должны также

обратить внимание и проанализировать следующие основные положения экологического обеспечения в проекте:

- соблюдение экологических норм при разработке новой техники, технологии, материалов и веществ, а также проектов на строительство (реконструкцию) предприятий и иных объектов, оказывающих воздействие на состояние окружающей среды и природных ресурсов; предотвращение возможности развития неблагоприятных процессов рельефообразования, изменения увлажненности, деградации поте и растительности;

- достаточность технических решений и мероприятий по рациональному использованию пригодных ресурсов; предотвращению загрязнения окружающей среды; предотвращению возможных аварийных ситуаций и ликвидации последствий их воздействия на окружающую среду;

- возможности сокращения выбросов вредных веществ за счет улучшения технологии производства, работы оборудования, а также создания безотходных технологий;

- обоснованность расчетов рассеивания вредных выбросов с учетом фона загрязнения атмосферы другими предприятиями;

- соблюдение нормативных требований по характеристикам сточных вод и газовых выбросов;

- наличие оборотных систем водоснабжения, рациональность решений по очистке и охлаждению воды в оборотных системах и обоснованность требований к качеству воды в этих системах, использование ливневых и других очищенных вод в производстве; правильность и прогрессивность принятых систем и уровней очистки сточных вод и газовых выбросов;

- соответствие размеров санитарно-защитных зон и средств на их создание нормативным требованиям;

- прогрессивность технических решений и технико-экономических показателей по природоохранным мероприятиям по сравнению с нормативами и аналогами.

В «Методических рекомендациях по экологической экспертизе» подробно рассмотрены права и обязанности экспертов-экологов; виды документов, подлежащих экологической экспертизе (обязательной); регламент на проведение экспертизы, а также требования к информационному обеспечению деятельности экспертной комиссии.

Регламентирован порядок проведения экологической экспертизы и приведены методические советы эксперту по эколого-экономической

оценке результативности проекта, приведены также правила и формы представления результатов экспертизы.

2. Словарь понятий

Экологический регламент – это нормативы допустимых воздействий и загрязнений в период основных строительно-монтажных работ.

Организация завершающего цикла природовосстановительных работ – это новый дополнительный раздел, специализированный только на природоохранных мероприятиях.

Экологическая экспертиза проектов – определенная нормативными актами деятельность экспертных подразделений органов государственного и отраслевого контроля или специально создаваемых экспертных групп и комиссий по анализу, проверке и оценке предплановой, проектно-планировочной и т.д. документации на ее соответствие установленным правилам и требованиям охраны окружающей среды и рационального природопользования, в целях предупреждения возможных негативных воздействий проектируемых объектов на окружающую среду.

3. Материалы, используемые в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 1) Новые природно-охранные требования к проектам организации производства работ в нефтегазовом строительстве
- 2) Требования к предпроектным изысканиям и информационному обеспечению для целей охраны окружающей среды и экологической безопасности нефтегазового строительства
- 3) Природоохранное содержание проектов организации нефтегазового строительства и производства работ
- 4) Экологическая экспертиза нормативно-технической и проектной документации

Литература:

14. Природоохранные нормы и правила проектирования:
Справочник/ Сост: Ю.Л. Максименко, В.А. Глухарев.-М.: Стройиздат,

1990-572 с.

15.Л.Г. Телегин, Б.И. Ким, В.И. Зоненко «Охрана окружающей среды при сооружении и эксплуатации газонефтепроводов»: Учеб. пособия для вузов.-М.: Недра, 1988-188 с.

16.Мазур И.И. Шишов В.Н. Основы окружающей среды при строительстве нефтегазовых объектов: Учебник для техникумов.-М.: Недра, 1992-150 с.

МОДУЛЬ 13
ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ
НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ НА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ
ПОКРОВ
И РЕЛЬЕФ МЕСТНОСТИ
ВВЕДЕНИЕ

В теме рассмотрены вопросы нарушения почвенно-растительного покрова и рельефа местности при прокладке магистральных трубопроводов; рекультивация земель, нарушенных при строительстве трубопроводов; мероприятия по повышению устойчивости склонов при строительстве трубопроводов на пересеченной местности. В данном модуле изложены вопросы влияния нефти и нефтепродуктов на почвенно-растительный покров; методы обнаружения утечки нефти и нефтепродуктов; способы уменьшения загрязнений и очистки грунтовой среды.

Схема изучения нового материала

8) Тема занятий	9) Цель занятий	10) Вид занятий	11) Количество часов
12) 1. Нарушение почвенно-растительного покрова и рельефа местности при прокладке магистральных трубопроводов	13) Формирование новых знаний	14) Лекция	15) 1
16) 2. Способы уменьшения загрязнений и очистки грунтовой среды	17) Формирование новых знаний	18) Лекция	19) 1
20) 3. Испытание оборудования на герметичность	21) Углубление и систематизация навыков, контроль знаний	22) Практическое занятие	23) 2

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Завершающий комплекс природовосстановительных работ в технологическом цикле нефтегазового строительства

Когда мы говорим о комплексе природовосстановительных работ на нарушенных нефтегазовым строительством территориях, то имеем в виду только два основных природных компонента: земли с нарушенным почвенно-растительным покровом и верхними горизонтами грунтов, а также – поверхностные воды – водоемы и водостоки, в том числе временные. Деятельность на природных ландшафтах (строительная и хозяйственная) сопровождается биоморфологическими изменениями (угнетением растительности) и биохимическими нарушениями. Первичные нарушения от физико-химических воздействий сопровождаются формированием вторичных ценозов, что приводит к уменьшению продуктивности осваиваемой территории, изменению радиационного и термовлажностного режимов.

При непроведении или несвоевременном проведении восстановительных мероприятий на нарушенных территориях развиваются вторичные процессы. Для некоторых типов ландшафтов это процессы самовосстановления ценозов с заменой растительных сообществ. Для других типов ландшафтов – дренированных и расчлененных вторичные процессы вызывают дальнейший рост экологического ущерба на 10–30 % в год вследствие эрозии, термокарста, солифлюкции, пучения и др.

Исследования и анализ нарушенных территорий месторождений Медвежьего, Мессояхского, Уренгойского и Ямбургского, трасс заполярных трубопроводов позволили сделать следующие выводы:

17.наибольшие нарушения природной среды сопровождают начальные стадии освоения: разведку, изыскание, инженерную подготовку;

18.нарушение термовлажностного баланса ММГ является основной причиной изменений всего комплекса природных условий;

19.все изменения тундровых ландшафтов в исследуемом регионе отнесены к *четырем группам*:

- возникновение нетипичных природных комплексов для фонового состояния территории;
- активизация естественных процессов;
- замедление естественных процессов;
- возникновение антропогенных аналогов природных комплексов,

типичных для фонового состояния территории;

- саморегенерация первоначальных природных комплексов замедлена, если не восстановлен термовлажностный режим подстилающих грунтов.

Здесь надо заметить, что речь преимущественно пойдет о ландшафтах криолитозоны, ввиду того, что только на этих территориях перед отраслью нефтегазового строительства поставлена задача проведения комплекса природовосстановительных работ, включая его технические и биологические этапы. На других землях, обычно имеющих сельскохозяйственное значение, или иное, не обладающих сравнительно высокой продуктивностью, строители на завершающей стадии выполняют только технический этап рекультивации, а биологический этап, с восстановлением продуктивности земель, возложен на основных землепользователей – колхозы, совхозы, лесхозы и т.п.

В ходе многолетних исследований и экспериментов на опытных участках и полигонах апробированы различные методы и приемы технической и биологической рекультивации. Последняя представляет сложную инженерно – агрономическую задачу для зоны тундры и лесотундры из-за того, что почвы бедны минеральными веществами, теплый период для вегетации очень короток, а мохово-растительные покровы искусственно воспроизвести на нарушенных землях не удастся.

Проанализировав классификацию процессов (приводящих к техногенным изменениям ландшафтов), можно определить задачи и направление этапа завершающих комплексных породовосстановительных работ. Для этого выделим среди нарушенных строительством территорий 2 *главных типа*:

- прилегающие непосредственно к построенному объекту, процессы в которых могут влиять на устойчивость и экологическую безопасность ПТГ;

- неприлегающие к объектам, процессы, в которых не влияют на ПТГ, а воздействуют только на собственно природную среду.

А среди неблагоприятных процессов выделим:

- угрожающие устойчивости и экологической безопасности всей ПТГ в целом;

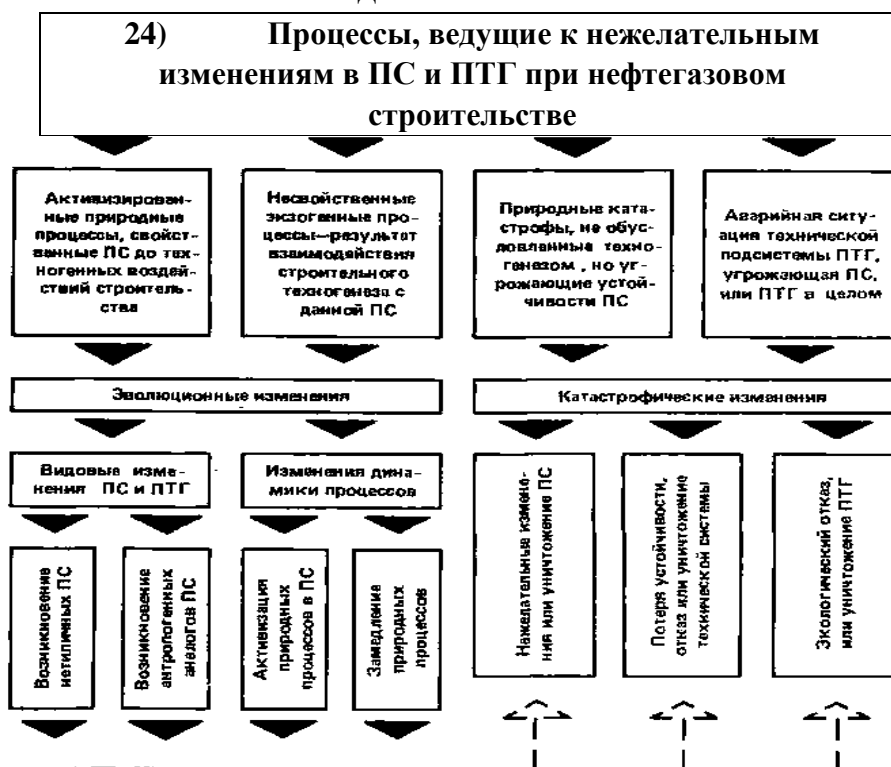
- угрожающие экологическому равновесию природной (ПС) подсистемы ПТГ;

- угрожающие функционированию только технической (ТС) подсистемы ПТГ.

Сопоставим эти классы нарушенных территорий и неблагоприятных процессов природного и техногенного происхождения, получим матрицу, в клетках которой удобно обозначить необходимые мероприятия и работы, которые надо выполнять на этапе комплексного восстановления природной среды (табл.1.1).

Таблица 1.1

Классификация процессов, образованных вследствие техногенных воздействий



В матрице буквенные обозначения состава работ значат следующее: ТР – техническая (инженерная) рекультивация; БР – биологическая рекультивация; ИБС – инженерно – биологическая стабилизация; ТБР – технико-биологическая рекультивация; ЗС – защитные сооружения.

Для участков нарушенных земель, прилегающих непосредственно к сооружениям (трубопроводам, компрессорным станциям и др.) определена основная цель первого этапа восстановительных работ:

- приостановить активизацию всех нежелательных процессов (типичных и нетипичных), угрожающих потерей устойчивости ТС, нарушением равновесного самостояния ПС, экологической безопасности ПТС;
- стабилизировать поверхности, обеспечить термовлажностный

режим, соответствующий максимальной устойчивости ПТГ в целом.

Для нарушенных земель, не прилегающих к объектам НГК, основная цель первого этапа восстановительных работ состоит в ускорении процессов, свойственных для исходных ландшафтов, создании искусственных биоценозов (как правило, с заменой растительных сообществ), ускорении естественного эволюционного цикла тундровых природных комплексов: «оголенный грунт – злаковосоковые – разнотравье – кустарнички и кустарники – мхи».

Для учета прогнозируемых аварийных или природно-катастрофических явлений и сопутствующих им негативных процессов в ходе восстановительных работ возводятся защитные сооружения: противоселевые плотины, противооползневые стенки, защитные дамбы и т.п.

Разработаны различные методы и технологии стабилизации поверхности нарушенных земель. Для закрепления поверхности грунтов с низкой несущей способностью отработаны технические приемы по переустройству склонов и откосов, регулированию поверхностного водотока, механическому удержанию оползающих масс. Для этого применяют искусственные структурообразователи, смеси на основе латекса, а также сплошные теплоизолирующие покрытия из полимерных материалов и древесной щепы. Выбор конкретной комбинации технических приемов, способных обеспечить максимальную стабилизацию поверхности, будет зависеть от совокупности факторов: характеристик слагающих пород, степени нарушенности растительного покрова, типа склона и стадии развития оползневого процесса, расположения водоносных горизонтов, степени нагруженности (ТМ) территорий.

Разработаны и применяются *четыре основных технических приема* стабилизации поверхности грунтов: создание сплошных искусственных теплоизолирующих покрытий (из полимерных плит, пленок, пен, древесных материалов, стабильных грунтов и др.); механическое уплотнение и обезвоживание грунтов; искусственное замораживание с подъемом мерзлоты в основании сооружения; химическое закрепление поверхности (диспергация, гидрофобизация, инъектирование, силикатизация и др.).

Обработка технологий искусственного формирования растительных покровов за один короткий теплый сезон проводилась на опытных стационарах. Набор агротехнических приемов для опытов был сформирован с учетом зарубежного опыта таких работ (северные районы

США и Канады) и рекомендаций отечественных биологов. Составы травосмесей для посева формировались более чем из 20 сортов трав. Поверхностный плодородный слой почвы искусственно формировался из торфопесчаных смесей с добавками минеральных удобрений, а также в ряде опытов структурообразователей и химмелиорантов. Противозерозионные конструкции, регулирующие водотоки и откосы земляных сооружений, кроме посева трав также армировались посадкой кустарников (10 сортов северной ивы), показавших для разных приемов посадки приживаемость от 85 до 100 %.

В целом по результатам исследований разработано 5 основных технологий биологической стабилизации поверхности нарушенных земель (после проведения инженерных мероприятий). Все разработанные технологии ориентированы на применение серийно выпускаемых сельскохозяйственных машин и навесного оборудования.

Таким образом, для территорий, прилегающих к построенным объектам и сооружениям НГК, сформирован новый технологический передел «инженерно – биологическая стабилизация» поверхности грунтов.

В отличие от средней полосы, где целью завершающей технобио-рекультивации является восстановление продуктивности временно отчужденных под строительство земель, в арктической зоне целью завершающего этапа инженерно – биологической стабилизации является образование наиболее долговечного и устойчивого для данного типа местности ландшафта.

На нарушенных территориях, не прилегающих непосредственно к объекту и не влияющих на его устойчивость (например, карьеры) целесообразным оказалось, как показали опыты, искусственно активизировать природные процессы для ускорения эволюционного цикла тундровых экосистем.

Содержание работ по технической рекультивации нарушенных земель

Природоохранные мероприятия должны предусматриваться при выполнении следующих видов земляных работ: разработке траншеи; устройстве террас (полок) на склонах, где они необходимы по условиям рельефа; засыпке траншей, котлованов, разработке карьеров; отсыпке дорожного полотна, насыпей и площадок под наземные сооружения, объекты обустройства, городки строителей.

В горных областях при земляных работах на горных склонах,

применении буровзрывных работ при устройстве полков и разработке траншеи необходимо обеспечить устойчивость новых склонов, образующихся в ходе работ. Разработку траншеи в многолетнемерзлых грунтах следует производить преимущественно экскавацией грунтов. Разработку траншей взрывным способом допускается производить при наличии согласованной с органами охраны природы проектной документации, чтобы не нарушать места обитания диких животных и птиц, особенно в период появления у них потомства (март – май).

Разработка карьеров производится при наличии согласования с основным землепользователем. При разработке карьеров в многолетнемерзлых грунтах, предназначенных для обратной засыпки траншей, сооружения дорог и насыпей необходимо заранее производить заготовку больших объемов грунта с последующим его оттаиванием и осушением.

Заготовка грунта в карьерах производится преимущественно в весенне-летний период путем послойной разработки. Для оттаивания и осушения сильнольдистых грунтов из добытого в карьере грунта формируются бурты в виде призм высотой 2–3 м, от которых должен быть обеспечен отвод воды. В течение летнего периода грунт в буртах следует 1–2 раза переместить бульдозерами для его просушки во внутренней части бурта. Высушенный до оптимальной влажности грунт складывают в отвалы высотой до 10 м. Строительная готовность высушенного грунта определяется лабораторным анализом при достижении оптимальной влажности: песок – 10–12 %, суглинков – 17–18 %, глина – 20%.

В районах многолетнемерзлых грунтов наземные сооружения следует строить на насыпях, эстакадах или с применением других современных природосберегающих технологий и технических решений. Насыпи возводят для сохранения температурного режима многолетнемерзлых грунтов под сооружением.

Перед отсыпкой полотна площадку следует очистить от снега, если высота снежного покрова более 0,3 м. При меньшей высоте снежного покрова допускается ограничиться уплотнением снега. В зимний период насыпь следует возводить на высоту не менее 0,7 м. Досыпку насыпи до проектных отметок обычно выполняют в летний период. Насыпи, отсыпанные зимой мерзлым грунтом, следует уплотнять после оттаивания грунтов.

На площадках, сложенных малольдистыми грунтами, как исключение, допускается производить отсыпку насыпи в летний период на

ненарушенную поверхность тундры.

Грунт в основании насыпи укладывают слоем не менее 0,5 м, что обеспечивает движение по насыпи технологического транспорта. При укладке последующих слоев грунта в насыпь до проектных отметок в зимний период допускается использование сыпучемерзлых грунтов, заготовленных в летний период, с обязательным уплотнением каждого слоя. Требуемую степень уплотнения получают укаткой бульдозерами или катками и определяют лабораторным путем. Поверхность насыпи должна быть ровной с уклонами к краям в соответствии со СНиПН–89-80.

Применяемые для осыпки насыпи грунты должны быть непучинистыми, обладать высокой прочностью на сжатие и хорошо противостоять морозному выветриванию. Высота насыпи определяется в проекте на основании теплотехнического расчета из условия, чтобы верхняя граница многолетнемерзлых грунтов сохранялась на том же уровне, который существовал до отсыпки насыпи. Тем самым обеспечивается устойчивость насыпи. Предохранение естественного основания под насыпью от протаивания на наиболее опасных участках с сильнольдистыми грунтами и на неподтаиваемых площадках следует производить путем теплоизоляции откосов мхом или торфом. Заготовка торфа производится в отведенных заранее местах (залежи торфа толщиной в несколько метров).

Для сокращения объемов работ при отсыпке насыпи допускается укладка в ее основании различных теплоизоляционных материалов. Теплоизоляцию следует укладывать на мерзлый грунт. Толщина слоя теплоизоляции определяется в проекте теплотехническими расчетами. Нижнюю часть основания насыпи допускается отсыпать послойно из мерзлых комковатых грунтов с толщиной слоя, равной среднему размеру мерзлых комьев или превышающей их на 5–10 см, но не более 0,5 м. В этом случае последующие слои надлежит отсыпать из заранее заготовленных грунтов с оптимальной влажностью.

При выполнении обратной засыпки траншеи после укладки трубопровода следует использовать добытый и осушенный в карьере песчаный грунт, особенно на участках с сильнольдистыми грунтами, которые после экскавации теряют при протаивании значительную часть своего объема.

В лесной зоне на склонах круче 6° процессы водной эрозии нейтрализуются: засыпкой эрозионных форм грунтами, строительными отходами; сооружением в днищах эрозионных форм заграждений из металлических сеток, кольев, плетней для задержания твердого стока в

дождливый период; посадкой быстрорастущих злаков (мятлик луговой, длиннокорневищные хвощи), кустарников (ивы, шиповник), деревьев (ольха черная); мероприятиями, предусмотренными в СНиП 2.05.06-85.

Ослабление ветровой эрозии в лесной зоне достигается покрытием нарушенных участков слоем торфа толщиной не менее 0,5 м с последующим высевом злаков.

Для восстановления существовавшей до начала строительства системы местного стока следует обеспечить расчистку русел водотоков, ложбин временного стока от грунта, попадающего в них во время земляных работ.

В пустынях при проведении земляных работ необходимо учитывать, что разработку траншей на перевеиваемых песках следует, вести с заделом не более чем на одну смену, в увязке с движением изоляционно-укладочной колонны; засыпку трубопровода на перевеиваемых песчаных массивах необходимо проводить таким образом, чтобы рельеф песков после строительства как можно меньше отличался от существовавшего до начала строительных работ; послестроительная планировка на песчаных грунтах (исключается на суглинистых и глинистых грунтах) проводится для уменьшения высоты и сглаживания неровностей валика над трубой.

В горных областях необходимы природоохранные мероприятия: устройство полков с внешними и внутренними откосами крутизной меньше, чем угол внутреннего трения грунтов, слагающих горный склон; устройство кюветов под внутренним откосом полки с обязательным сооружением водопропускных устройств из кювета в естественные каналы стока; укрепление механическими заграждениями участков склонов (в соответствии со СНиП 2.05.06-85, СН 519-70), нарушенных при анкерровке бульдозерами или другими механизмами земляной техники.

Если перечисленные правила производства земляных работ соблюдались и выполнялись все мероприятия по охране окружающей среды, то объемы работ по технической рекультивации будут минимальны. Они включаются в проекты как нормативные с плановым финансированием. Остальные сверхнормативные объемы технической рекультивации, если они не являются следствием катастрофических природных проявлений, включаются в проект и выполняются при финансировании за счет виновной организации, выполнявшей данный этап работы.

В настоящее время при разработке рабочих проектов рекультивации территорий, нарушенных при обустройстве и прокладке трубопроводов, на

техническом этапе предусматривается проведение следующих видов работ: снятие и складирование почвенно-плодородного слоя; утилизация строительного мусора, бытовых отходов; выполаживание эрозионно опасных склонов (в некоторых случаях их террасирование), планировка поверхности; ликвидация просадочных явлений; создание гидрозащитных сооружений; нанесение почвенно-плодородного слоя; устройство временных подъездных дорог. Определение объемов земляных работ и выполнение других мероприятий осуществляет с учетом «Временных указаний по разработке рабочих проектов рекультивации нарушенных (нарушаемых) земель» и «Указаний по разработке рабочих проектов по выполаживанию и засыпке оврагов при землеустройстве».

Для технического этапа восстановительных работ можно использовать теплоизоляционные материалы, позволяющие регулировать процессы теплообмена почвы с атмосферой и защищать почвы от промерзания – протаивания.

На участки, лишенные растительности или почвы, наносят теплоизоляционные материалы или покрытия двух видов: естественные (опилки, щепа, хвоя, листья, настилы из веток и бревен, мох, торф) и искусственные (пенопластовые плиты). Покрытие из пенопластов оказывает влияние на глубину промерзания – оттаивания намного больше, чем другие виды теплоизоляции или деревянные отмостки.

В качестве покрытий применяют материалы естественного происхождения (настил из кустарника, досок, бревен) и полимерные материалы (пенопластовые щиты). Толщина теплоизоляционного покрытия должна полностью исключать сезонное протаивание грунта под ним. Настил из бревен диаметром 0,16 – 0,2 м позволяет восстановить глубину сезонного протаивания практически до естественного уровня. При заделке бревенчатого настила мхом глубина протаивания уменьшается до 0,12–0,14 м. Глубина протаивания под пенопластовыми щитами толщиной 7 см составляет 0,15–0,25 м, 10 см – 0,2 м; 20 см – 0,06–0,1 м.

Земляные и строительно-монтажные работы на пересеченной местности, особенно на берегах водоемов при строительстве подводных переходов, нередко являются причиной активизации эрозионных и оползневых процессов, что обуславливает необходимость проведения превентивных и защитных мероприятий по повышению устойчивости склонов.

Противоэрозионные мероприятия включают в себя следующие операции: закрепление грунтов, устройство сооружений организационного

стока поверхностных вод. Для закрепления склонов осуществляют посев трав, одерновку и посадку кустарников. Среди трав наиболее эффективны костер безостый, мятлик луговой, овсяница красная, клевер белый, донник белый и др. Одерновку выполняют сплошным покровом или в шахматном порядке с посевом трав на смежных с дерном клетках.

Большую опасность для трубопроводов, прокладываемых в условиях пересеченного рельефа, представляют оползни. Оползанию подвержены склоны, сложенные глинистыми породами, при их переувлажнении, нагружении, подрезе, вибрировании и т.д. Цель мероприятий по повышению устойчивости склонов – предотвращение возникновения оползня на еще неподвижном склоне или прекращение смещения оползающих масс. К их числу относятся:

20. переустройство склонов и откосов – выколаживание, срезка верхней части, террасирование, уменьшение мощности оползня;

21. механическое удержание оползающих масс путем устройства стенок, забивки свай;

22. регулировка поверхности стока путем перехвата нагорными канавками поверхностных вод до их поступления на оползневые организации стока по лоткам и быстротокам; сокращение инфильтрации заделкой трещин;

23. укрепление склонов и откосов одерновкой, посевом трав, посадкой кустарников или деревьев, мощением, покрытием грунтобетоном или черными вяжущими.

Выбор конкретного мероприятия или их комбинации зависит от совокупности факторов: тип склона и оползневого процесса, стадия его развития, характеристика пород, состояние растительного покрова, расположение водоносных горизонтов, уровень нагружения склона.

Для предупреждения процессов термоэрозии на откосы сторон площадок и дорог наносят торфопесчаную грунтосмесь (с примесью щебня до 30 %) с последующим посевом трав. Для защиты почв и грунтов от эрозии используют синтетические материалы – высокомолекулярные соединения с добавками натурального каучука, фракции талого масла, растворимые фосфаты. Дисперсии способны поглощаться песчаными и глинистыми почвами с образованием корки, устойчивой к изменению погоды, осадкам и др.

Для закрепления склонов оврагов и берегов, нарушенных почв и грунтов используют разные способы крепления, искусственные покрытия, посев трав, одерновку, травяные ковры (в том числе армированные),

укрепление грунтами, глиной, глинобетоном, вяжущими материалами.

Для улучшения условий существования почвенно-растительного слоя в условиях Севера предложен способ «рекультивационный отстойник». Последний состоит из трех слоев, расположенных последовательно (снизу вверх): отложений или шлака, дренирующего материала (гальки или гравия) и почвенно-растительного покрова. После накопления слоя ила требуемой величины отстойник осушают путем сброса воды, затем размещают слой гальки (дренаж) и почвенно-растительный покров мощностью 0,2 м.

При строительстве земляных сооружений в качестве теплозащитного слоя применяют насыщенный раствор хлоридов. Для этого осуществляют рыхление в примороженном состоянии и вносят разрыхленный грунт с хлоридными солями, в текучем состоянии его укладывают в слой насыпи, делают отсыпку сверху последнего слоя мерзлого грунта, уплотняют ее и вновь обрабатывают хлоридными слоями, а затем выдерживают до равномерного промораживания по всей высоте. Все это позволяет возводить качественные земляные насыпи.

Для исключения нарушений берегоукреплений от естественной осадки насыпного грунта необходимо капитальное строительство берегоукреплений. Его осуществляют через 1–2 года после окончания земляных работ в приурезных частях рек. Берега усиливают только ранее снятым грунтом. Берегоукрепляющие конструкции должны быть гибкими и давать возможность прорасти травяному покрову и кустарнику.

Являясь формой зонального проявления эрозии почв и грунтов в результате воздействия концентрированных водотоков на поверхностный слой криолитозоны, термоэрозия (как и эрозия немерзлых почв) влечет за собой преобразование ландшафтов, особенно активно в районах инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Север Тюменской области – территория интенсивного развития овражной эрозии, особенно на склонах речных долин, сложенных песчаными грунтами. Техногенные воздействия изменяют положение местных базисов эрозии, поверхностный сток, микро- или мезорельеф, почвенно-растительный покров. Причинами зарождения и развития оврагов чаще всего являются дорожные колеи, придорожные кюветы, канавы, открытые траншеи трубопроводов. В районах хозяйственного освоения территорий развитие оврагообразования приводит к разрушению инженерных сооружений и коммуникаций, что приносит значительный материальный ущерб.

Для укрепления грунтов применяют:

— искусственные теплоизоляционные покрытия для промерзающих и протаивающих грунтов (полимерные и металлизированные пленки, быстротвердеющие полимерные пены, пенопластовые плиты); естественные теплоизоляционные покрытия (древесные отходы, бревенчатые настилы, дерн, отсыпки);

— механические отходы – уплотнение талых грунтов укаткой, тромбованием, вибрацией, рыхлением, экскавацией, обезвоживанием гравитационным дренажом, фильтрационно-игловое оттаивание с гидрооткачкой;

— физические методы – искусственное замораживание хладоносителем, осушение и упрочнение грунта путем обработки постоянным электрическим током;

— физико-химические методы – диспергация, агрегация, гидрофобизация, солонцевание грунтов, полимерная стабилизация грунтов путем инъекций, упрочнение грунтов синтетическими полимерными смолами, силикатизация грунтов с применением жидкого стекла, цементизация грунтов портландцементами, известкование грунтов с добавками извести;

— изменение температуры промерзающих – протаивающих пород локальным способом отвода или притока теплоты;

— создание защитного почвенно-растительного слоя после технической рекультивации;

— регламентированное использование транспортных и строительномонтажных средств.

На этапе технической рекультивации осуществляют также проектирование и строительство защитных сооружений – противооползневых и противоселевых.

К противооползневым сооружениям относятся:

- системы регулирования поверхностного стока талых и дождевых вод в оползневой зоне;
- дренажные системы;
- грунтовые контрбанкетты и контрфорсы;
- удерживающие сооружения (типа «стена в грунте» и др.);
- берегозащитные и руслорегулирующие сооружения.

Кроме того, осуществляют *противооползневые мероприятия*:

— искусственное изменение рельефа с уменьшением крутизны склонов, их террасирование, удаление оползней, замену оползневых

грунтов песчано-гравийным или каменным материалом;

— устройство фильтрующих и водопроницаемых покрытий на откосах и террасах, частичное или полное заполнение оврагов грунтом, лесомелиорацию.

Противоселевые защитные сооружения выбирают к применению по ряду признаков:

- *по назначению* – берегоукрепительные, селепроводящие, селезадерживающие и специальные (селегасящие, селеотбойные, стабилизирующие, сопрягающие, селеулавливающие, селеотводящие и др.);

- *по сроку службы* – постоянные, временные, разовые и др.;

- *по конструкции* – береговые одежды, дамбы, стенки, селедуки, лотки, селеспуски, трубы, селехранилища, русловые отстойники, селеуловители, пороги, барражи, опояски, наброски, перепады, селегасители, прорезы, прокопы и др.;

- *по характеру воздействия* на поток – пассивного действия, не изменяющие содержание твердой фазы селя (продольные дамбы, стенки, береговые одежды, селедуки, лотки, селеспуски, прорезы, проколы, пороги, опояски, наброски, перепады и т.п.); активного действия, изменяющие содержание твердой фазы селя (селехранилища, русловые отстойники, барражи, селеуловители, селегасители и т.п.);

- *по условиям работы* – сплошные, сквозные, с переливом, без перелива;

- *по роду применяемых материалов* – каменнонабросные, бетонные, железобетонные, металлические, земляные, смешанные и др.

При циклическом характере проявления оползневых и селевых процессов строительство защитных сооружений должно проводиться в периоды относительной стабильности. С учета этих периодов планируется продолжительность строительства всего комплекса защиты и каждого из сооружений и мероприятий. Подробно об этих работах и сооружениях можно прочитать в дополнительной литературе.

Содержание работ биологического этапа стабилизации и рекультивации нарушенных земель тундровой зоны

Рассмотрим вопросы биологической стабилизации и рекультивации нарушенных земель только для тундровой зоны, так как в других регионах эти работы подразделениями отрасли не выполняются.

Естественное зарастание нарушенных участков тундры происходит медленно. Общее покрытие почвы растениями не превышает 30–40 %. С учетом нарушений, возникающих при строительстве объектов, целесообразно проведение специальных мероприятий по искусственному формированию растительного покрова, в котором травянистые ассоциации заменяют естественный мохово-лишайниковый покров. Один из видов таких мероприятий – биологическая рекультивация, целью которой является снижение или предотвращение последствий техногенных нарушений, предупреждение или ликвидация развития криогенных процессов, закрепление грунтов от ветровой и водной эрозии, создание зеленых ландшафтов, необходимых для жизни людей и животного мира.

Биологическая рекультивация осуществляется путем активизации естественного зарастания или специального посева многолетних трав. Активизация естественного зарастания проводится в местах, где частично сохраняется почвенный слой и отдельные участки травяного покрова. Ее применяют на супесчаных и суглинистых грунтах.

Предложена и апробирована следующая технология. После полного оттаивания верхнего минерального слоя (на глубину 30–40 см) и подсыхания почвы проводится дискование его тракторной бороной БДТ-2,5 или фрезерование, которое осуществляют в разных направлениях 3–4 раза. При этом вся растительная масса и торфянистый слой измельчаются, хорошо перемешиваются с минеральной массой почвы и заделываются на глубину 10–12 см. После обработки в почвы вносят органические (не менее 80–100 т/га) и полные минеральные удобрения, известь (6–8 т/га) с помощью машин РУМ-3, 1-РМГ-4. С этой целью используют метод закрепления поверхности химически активными композициями типа ПАВ, минеральными связывающими типа МФ и ЭПД смол. Семена наносят на поверхность НСМ и высевают методом раскатки. После их прорастания и развития корневой системы ткань разрушается, остается только армирующая сетка.

По другой технологии для восстановления растительного покрова рекомендуется вносить в почву минеральные (азотные, фосфорные, калийные) удобрения: аммиачную селитру (0,2 т/га), суперфосфат (0,3 т/га), калийные удобрения (0,2 т/га), а также проводить известкование (3–5 т извести на 1 га). Все удобрения, кроме азота, вносят в один прием с помощью разбрасывателя РТТ-4 или вручную в начале вегетационного периода. Азот рекомендуется вносить в течение сезона 2–3 раза. Удобрения стимулируют разрастание местных корневищных злаков и

способствуют образованию за короткий срок сомкнутого травяного покрова.

Посев рекомендуется проводить механизированным способом (гидросеялкой или зерновой сеялкой), а на труднодоступных участках откосов насыпей – вручную. Для высева предлагаются травосмеси (в %): волоснец сибирский – 70, овсяница красная – 20, мятлик – 10; лисохвост луговой – 80, мятлик – 10, овсяница овечья – 10; бекмания обыкновенная – 70, овсяница красная и луговая – соответственно 20 и 10. Общая норма высева – 30–40 кг/га.

В последнее время для северных районов рекомендуется гидропосев – один из способов биологической рекультивации. Компоненты, входящие в гидросмесь (латексная эмульсия, минеральные удобрения, мульчирующие материалы, диамид, вода, семена трав) образуют на укрепленном участке временный защитный слой, который препятствует смыву и выдуванию семян. Гидропосев осуществляется гидросеялкой Д7-16.

При нанесении смеси на поверхность образуется волокнистое покрытие, обеспечивающее закрепление семян многолетних трав и создающее благоприятные условия для развития семян. В дальнейшем клеящие вещества служат питанием для трав. Наиболее благоприятными для высева являются морозостойкие сорта трав: костер безостый, лисохвост луговой, бекмания обыкновенная, волоснец сибирский, пырей бескорневищный и сизый. Выявлены виды трав, генотип которых не может гарантировать благополучной перезимовки: райграс пастбищный, овсяница луговая, клевер красный, розовый и белый, эспарцет, люцерна.

Ямальская сельскохозяйственная опытная станция перед посадкой трав рекомендует проводить рыхление почвы дисковой бороной с последующим фрезерованием. После обработки почвы дисковой бороной или фрезой выполняется боронование участка боронами «зигзаг». Обработку почвы осуществляют за год до посева. В качестве органического удобрения используют торф, который заготавливают за год до внесения в почву. Органические удобрения (50–60 т/га) заделывают в почву вместе с известью тяжелой листовой бороной. Для посева рекомендуются приведенные травосмеси.

Посев осуществляют с 23 июня до 1 июля сеялкой СЗТ-3,6 на глубину 3–4 см с последующим прикатыванием катком ЗККМ-6.

Для воссоздания травянистого покрова рекомендуется наносить на спланированный участок равномерным слоем (10 см) торфопесчаную

смесь. Торф должен быть нарублен мелкой крошкой и просеян через грохот или сито. Полученную крошку компостируют с известью и фрезеруют с песком. После выравнивания растительной почвы неглубоким боронением вносят минеральные удобрения. Вспашку и дальнейшую обработку почвы осуществляют с помощью малогабаритных тракторов с зубодисковыми боронами, культиваторами и зубовыми боронами типа «зигзаг». Перекрестной обработкой легкими боронами и прикатыванием катками массой 75–100 кг добиваются измельчения почвы до гранул размером не более кукурузного зерна.

Посев производят осенью (предосенний). Недостаточно влажные почвы увлажняют на глубину 10 см. Семена заделывают в почву легкими боронами или шинами и щетками на глубину 0,5–1 см. Для больших площадей рекомендуется гидропосев или посев из бункера, подвешенного к вертолету. Для посева используют следующие виды растений:

- *злаковые* – щучка дернистая, северолюбка рыжеватая, дюпония Фишера, вейник пурпурный, наземный, хольма, овсяница красная, лисохвост альпийский, мятлик арктический, живородящий;

- *осоковые* – осока кругловатая, пушица узколистая, Шейкцара рыжеватая, осока арктосибирская и прямостоячая;

- *разнотравье* – крестовик скученный, щавель арктический, камнеломка поникающая, лютик гиперборейский, ожика путаная, трехреберник темноголовый, синюха северная, гвоздика ползучая, пижма дваждыпыристая, армерия морская, песчанка злаколистная, горец Лаксмана, яскола луговая, кошачья лапка ворсоносная.

После схода снега, по мере высыхания засеянной почвы, производят полив с помощью дождевальных установок. Почву увлажняют на глубину 20 см. В среднем расход воды на 1 га площади – 20–30 м³.

В условиях Севера эффективна также следующая технология проведения биологического этапа рекультивации. На спланированную отсыпную песком поверхность наносят мелкоизмельченный торф. С помощью фрезерной машины песок перемешивают с торфом в соотношении 1:3. Данная смесь наиболее приемлема, так как обеспечивает нормальный тепловой, воздушный и питательный режимы и при этом способствует более быстрому оструктуриванию гумусового горизонта. В качестве химических мелиорантов используют известь или доломитовую муку. Дозы химических мелиорантов определены с учетом кислотности плодородного слоя, используемого на восстановление. По данным анализов pH верхних горизонтов оторфованных почв составляет от 4,8 до

5,3. Доза извести в этом случае для слоя 0–10 см равна 2,5 т/га.

Для получения оптимального растительного покрова важное значение имеет создание нормального режима питания растений. Учитывая низкую обеспеченность плодородного слоя нитратным азотом и обменным калием и отсутствие подвижного фосфора на фоне обязательного известкования, следует вносить повышенные дозы нитроаммофоски с соотношением питательных веществ 1:1:1 (содержание азота, фосфора, калия – до 17,5 %).

Восстановление нарушенного участка только за счет восстановления травостоя не даст желаемого результата, если не будут предусмотрены работы по посадке защитных лесонасаждений.

Развитие лесомелиорации на Севере тесно связано с охраной полярной границы лесов, лесных островков в тундре, которые обладают большими климаторегулирующими защитными свойствами. В настоящее время установлено, что на месте уничтожения северных лесов комплекс экологических условий изменяется столь резко, что самовосстановления лесов на этой территории уже не происходит. Здесь формируются тундровые экосистемы, интенсифицируются почвенные криогенные процессы, почвы растрескиваются, вспучиваются, вымораживаются, т.е. условия для растительности становятся жестче.

Цель лесомелиоративных мероприятий – восстановление параметров прежних разрушенных экосистем и существенное улучшение условий среды. Однако выращивание новых лесов всегда сопряжено с большими затратами и трудностями, тем более в условиях Крайнего Севера. В настоящее время накопилось большое количество материалов, которые позволяют сделать вывод о перспективности лесомелиорации в тундре.

Для определения породного состава, пригодного к использованию в регионах Тюменского Севера, необходимо выявить северные границы произрастания древесных и кустарниковых пород. В Западно-Сибирской субарктике действительные границы лесотундровых редколесий отстают от своих возможных тепловых пределов на 200–250 км. Эти расчетные пределы примерно совпадают с северной границей кустарниковых тундр (на п-ве Ямал эта граница проходит на широте примерно 69°). Здесь на плакорах встречаются заросли ольхи кустарниковой, для роста и развития которой нужно столько же теплоты и такой же вегетационный период, как для лиственницы сибирской.

Установлено, что лиственные леса с примесью ели, леса IV и V класса бонитетов могут расти на почвах, температура которых равна +

(3–4 °С), при оттаивании почвы на глубину 40–50 см. Эти тепловые потенциальные пределы для лиственницы сибирской и ольхи кустарниковой находятся в 150–200 км севернее границы лесотундры. Лесомелиоративные насаждения в виде полос куртин, кулис, групп, рядов, сплошных посадок в регионах Крайнего Севера являются базой для образования стабильных биотопов. Эти насаждения изменяют ветровой режим и тем самым способствуют снегозадержанию, предохраняют почву от выхолаживания в летнее время, улучшают баланс теплоты и влаги в приземном слое воздуха. Снегозадержание в зимнее время предохраняет почву от интенсивного зимнего промерзания, а многолетние травы – от вымерзания.

Посадки древесно-кустарниковой растительности в сочетании с травянистой растительностью могут способствовать деградации мерзлоты: ежегодная глубина оттаивания будет превышать глубину промерзания, тогда сезонное промерзание не будет смыкаться с вечной мерзлотой.

Лесные полосы регулируют поверхностный сток, предотвращают рост оврагов, закрепляют почвы, способствуют задержанию откосов и накоплению макро- и микроэлементов в почве.

Искусственно созданные лесонасаждения, являясь источниками обсеменения, будут способствовать распространению древеснокустарниковых пород и содействовать естественному зарастанию тундры.

2. Словарь понятий

Комплекс природовосстановительных работ на нарушенных нефтегазовым строительством территориях – два основных природных компонента: земли с нарушенным почвенно-растительным покровом и верхними горизонтами грунтов, а также – поверхностные воды – водоемы и водостоки, в том числе временные.

3. Материалы, используемые в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 1) Нарушение почвенно-растительного покрова и рельефа местности при прокладке магистральных трубопроводов
- 2) Содержание работ биологического этапа стабилизации и

рекультивации нарушенных земель тундровой зоны

3) Содержание работ по технической рекультивации нарушенных земель

3.2. Задание к практическому занятию

Испытание оборудования на герметичность

Цель работы: определение коэффициента негерметичности емкости и сравнение его с нормативным значением.

Общие сведения

На химических и нефтехимических предприятиях, где широко применяют открытые установки (оборудование, смонтированное под открытым небом), источниками загрязнения являются вредные вещества, поступающие в окружающую среду через фланцевые соединения и неплотности оборудования, находящегося под давлением или небольшим разрежением.

Количество вредных веществ, выделяющихся из оборудования, работающего под давлением, рассчитывают по формуле (1):

$$G = \frac{G_n - G_k}{\tau} = \frac{V}{\tau \cdot R} \cdot \left(\frac{P_n}{T_n} - \frac{P_k}{T_k} \right), \quad (1)$$

где G , кг/ч – количество газа, вытекающего из оборудования,

G_n и G_k , кг – начальное и конечное содержание газа в оборудовании,

τ , час – время, в течение которого изменяется давление от начального p_n до конечного p_k ,

V , м³ – объем газовой или паровоздушной фазы в оборудовании,

T_n и T_k , К – начальная и конечная температура,

R , Дж/(кг·К) – газовая постоянная для рабочей среды.

$R = \frac{\bar{R}}{\mu}$, где $\bar{R} = 8314$ Дж/(кмоль·К) – универсальная газовая постоянная,

μ , кг/кмоль – молярная масса газа).

Если $T_n = T_k = T$, то формула (1) имеет вид:

$$G = \frac{\Delta P \cdot V}{\tau \cdot R \cdot T}, \quad (2)$$

Для определения значения G проводят испытания оборудования и трубопроводов на герметичность. При испытаниях на герметичность оборудования и трубопроводов, работающих под давлением, измеряют

рабочее давление или давление начала испытания, P_n и падение давления за определенный промежуток времени τ . Для этого к испытываемому оборудованию присоединяют прибор, изображенный на рис.3.2.1.

Рабочее давление измеряют манометром 2, а падение давления жидкостным дифференциальным манометром 4. Порядок проведения измерений следующий. Подают исследуемый газ из баллона 5 до рабочего (начального) давления p_n , трехходовый кран 3 ставят в положение, указанное на рис.3.2.1б. При утечке исследуемого газа через неплотности давление в оборудовании уменьшатся. Падение давления на величину Δp за время τ регистрируют по динамометру. По результатам испытания рассчитывают количество газа, вытекающего из оборудования, и делают заключение о герметичности последнего.

Герметичность химического оборудования контролируют по количеству вытекающего из оборудования газа G ; уровень допустимых выбросов из работающего оборудования лимитируется нормативом, превышение величины которого недопустимо.

Численные оценки качества оборудования, монтажа, уплотнений проводят с использованием показателя, называют **коэффициентом негерметичности**.

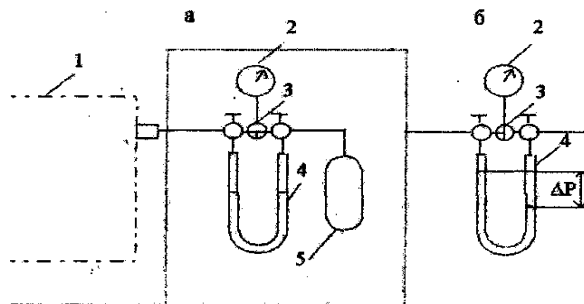


Рис. 3.2.1. Прибор для измерения падения давления при испытании оборудования на герметичность: *а* – прибор для испытаний; *б* – положение трехходового уравнительного крана и жидкости в дифференциальном манометре во время испытания

1 – испытываемое оборудование; 2 – манометр; 3 – трехходовый уравнительный кран; 4 – дифференциальный манометр; 5 – контрольная емкость

Коэффициент негерметичности m есть величина относительного падения давления при испытании оборудования в единицу времени.

$$m = \frac{1}{\tau} \cdot \left(1 - \frac{P_k \cdot T_n}{P_n \cdot T_k} \right) \quad (3)$$

Преобразуя формулы (1) и (3), получим:

$$m = G \cdot \frac{R \cdot T_n}{P_n \cdot V} \quad (4)$$

Формула (4) позволяет по данным испытания оборудования на герметичность определить значение коэффициента негерметичности.

В качестве исследуемого газа при испытании на герметичность можно использовать рабочий газ или воздух. Если испытания проводят воздухом при $T=293$ К, то расчет ведут по формуле:

$$m = 8,3 \cdot 10^3 \cdot G \cdot \frac{1}{\eta \cdot P_n \cdot V} \cdot \sqrt{\frac{T_p}{M_p}}, \quad (5)$$

где $8,3 \cdot 10^3$ – коэффициент, учитывающий время испытания (1ч, $T=293$ К) и газовую постоянную воздуха $R_{\text{возд.}} = 287 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$;

η – коэффициент запаса, учитывающий ухудшения состояния герметизации между капитальными ремонтами оборудования (выбирают в интервале 1,5–2,0);

T_p, K – рабочая температура; M_p – молекулярная масса рабочего газа, 29 кг/кмоль для воздуха.

Пример расчета

Рассчитать количество диоксида серы, выделяющегося за 1 час из трубопровода, имеющего внутренний диаметр 100 мм и общую протяженность 100 м, и коэффициент негерметичности. При испытаниях на герметичность в течение 24 ч. Установлено, что давление диоксида серы (SO_2) в этом трубопроводе снизилось с $1 \cdot 10^6$ Па до $9,909 \cdot 10^5$ Па, $T_n = T_k = 293$ К.

Решение:

1. Находим значение газовой постоянной для диоксида серы:

$$R_{\text{so}_2} = \frac{\bar{R}}{\mu_{\text{so}_2}} = \frac{8314}{64} = 130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$$

где μ_{SO_2} – молярная масса SO_2 ,

$\bar{R} = 8314$ Дж/(кмоль·К) – универсальная газовая постоянная.

2. Рассчитаем объем трубопровода:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l = \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} \cdot 100 = 0,7 \text{ м}^3$$

3. По формуле (2) находим количество диоксида серы, выделяющегося из трубопровода:

$$G_{SO_2} = \frac{\Delta P \cdot V}{\tau \cdot R_{SO_2} \cdot T} = \frac{9,1 \cdot 10^3 \cdot 0,7}{24 \cdot 293 \cdot 130} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ кг/ч}$$

4. Коэффициент негерметичности найдем из формулы (4):

$$m = G \cdot \frac{R \cdot T_n}{P_n \cdot V} = 7 \cdot 10^3 \cdot \frac{130 \cdot 293}{1 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,05 \cdot 10^{-2} \text{ ч}^{-1}$$

5. Из таблицы 2.1 для рассчитываемых условий:

$$m_{теор.} = 0,05 \cdot 10^{-2} \text{ ч}^{-1}.$$

6. Из сравнения значения коэффициента негерметичности, полученные путем расчета и значения, взятые из таблицы, следует, что рассчитываемый трубопровод имеет требуемую герметичность.

Таблица 3.2.1

Коэффициент негерметичности m для оборудования и газопроводов

25) Оборудование	26) реда	27) Продолжительность испытаний при P_0	28) Коэффициент негерметичности, m , ч^{-1}
29) Сосуды, поршневые компрессоры и другое технологическое оборудование, работающее под давлением:	32) оксичная и пожаровзрывоопасная	33)	40)
30) – вновь установленное		34)	41)
31) – подвергающееся повторному испытанию		35)	42)
		36)	43)
		37) 24	44) $0,10 \times 10^{-2}$
		38)	45)
		39) 24	46) $0,50 \times 10^{-2}$

47) Продолжение табл. 3.2.1

48) Оборудование	49) реда	50) Продолжительность испытаний при P_0	51) Коэффициент негерметичности, m , ч^{-1}
52) Трубопроводы для горючих, токсичных и сжиженных газов:	56) оксичная и горючая.	58)	64)
53) – внутрицеховые		59)	65)
54)		60) 24	66) $0,05 \times 10^{-2}$
55) – межцеховые		61) 24	67) $0,10 \times 10^{-2}$
	57) рочие горюче газы	62) 24	68) $0,10 \times 10^{-2}$
		63) 24	69) $0,20 \times 10^{-2}$
70) Корпуса электрофильтров для очистки взрывоопасных или токсичных газов (при давлении: 5 – 200кПа)	71) оксичная	72) 1	73) 0,03

Порядок оформления практической работы

Название работы

Цель работы

Краткая теоретическая часть (необязательна)

Условия задания

Рисунок прибора для измерения падения давления при испытании оборудования на герметичность

Ход работы:

1) расчет по испытанию коэффициента негерметичности

2) сравнение значения коэффициента негерметичности полученного путем расчета, с нормативным значением

Выводы о герметичности оборудования

Варианты заданий к практической работе

А: Рассчитать количество газа X , выделяющегося за один час из сосуда, подвергающегося повторному испытанию, и коэффициент его негерметичности. Сосуд имеет внутренний диаметр d , мм и высоту h , м. При испытаниях на герметичность в течение 24 часов установлено, что давление оксида азота в сосуде снижалось с P_n , Па до P_k , Па, а температура изменялась с T_n , К до T_k , К (табл.3.2.2 и 3.2.3)

Таблица 3.2.2

Данные к практическому занятию

вариант	1	2	3	4	5	6	7
X, оксид	азота	азота	азота	пропана	пропана	бутана	бутана
d, мм	500	600	700	800	500	600	500
h, м	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6

Продолжение табл. 3.2.2

вариант	1	2	3	4	5	6	7
P_n , МПа	1,1	1,1	1,05	1,0	1,1	1,1	1,0
P_k , МПа	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98
T_n , К	273	273	273	273	273	273	273
T_k , К	273	275	278	276	278	273	277

Б: Рассчитать количество газа X , выделяющегося за один час из трубопровода, подвергающегося повторному испытанию и коэффициент его негерметичности. Трубопровод имеет внутренний диаметр d , мм и длину l , м. При испытаниях на герметичность в течение 24 часов установлено, что давление оксида азота в сосуде снижалось с P_n , Па до P_k , Па, а температура изменялась с T_n , К до T_k , К.

Данные к практическому занятию

вариант	8	9	10	11	12	13	14
X	диоксид азота	диоксид азота	метан	метан	метан	метан	диоксид азота
d, мм	150	180	200	200	150	150	100
l, м	110	120	130	140	150	160	170
P _н , МПа	1,12	1,13	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10
P _к , МПа	0,97	0,98	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96
T _{н2} , К	283	276	273	273	276	277	283
T _к , К	278	289	273	276	280	283	278

Контрольные вопросы к практической работе

24. Как рассчитать количество вредных веществ, выделяющееся из оборудования, работающего под давлением?
25. Что такое герметичность данного оборудования?
26. Какой порядок испытания оборудования на герметичность?
27. Что такое коэффициент негерметичности, его единицы измерения?
28. Как рассчитать коэффициент негерметичности?
29. Какое условие должно выполняться между измеренным и нормативным коэффициентом негерметичности, чтобы оборудование было допущено к дальнейшей эксплуатации?

Литература:

30. Природоохранные нормы и правила проектирования: Справочник/ Сост: Ю.Л. Максименко, В.А. Глухарев.-М.: Стройиздат, 1990-572 с.
31. Л.Г. Телегин, Б.И. Ким, В.И. Зоненко «Охрана окружающей среды при сооружении и эксплуатации газонефтепроводов»: Учеб. пособия для вузов.-М.: Недра, 1988-188 с.
32. Мазур И.И. Шишов В.Н. Основы окружающей среды при строительстве нефтегазовых объектов: Учебник для техникумов.-М.: Недра, 1992-150 с.

МОДУЛЬ 14
ОХРАНА ПРИРОДЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ
ВОДНЫЕ ПРЕГРАДЫ
ВВЕДЕНИЕ

Данная тема посвящена изучению воздействия на реки и водоемы при строительстве переходов магистральных трубопроводов. Загрязнение рек и водоемов нефтью и нефтепродуктами является наиболее опасным видом загрязнения, поэтому в модуле большое внимание уделено вопросам минимизации последствий аварийных разливов нефти.

Схема изучения нового материала

Тема занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
Охрана природы при строительстве и эксплуатации переходов магистральных трубопроводов через водные преграды	Изучение нового материала	Лекция	2

Основы научно–теоретических знаний по модулю

1. Характеристика техногенных воздействий на реки и водоемы в процессе строительства и эксплуатации подводных трубопроводов

Процесс механизированной разработки береговых и русловых траншей сопровождается существенным увеличением концентрации взвешенных минеральных частиц грунта в воде, охватывающего в результате переноса их потоком воды участки реки в несколько километров. Особенно характерны сильное взмучивание воды и значительное распространение загрязнения при устройстве траншей в глинистых грунтах.

Эти воздействия пагубно сказываются на водных организмах, условиях обитания рыб, планктона и бентоса. Наблюдаются забивание жабер рыб, загрязнение или полное уничтожение мест нереста, кормовых угодий и нагульных площадей. Неправильный выбор места подводного складирования разрабатываемого грунта нарушает миграции рыб или приводит к засыпке зимовальных ям.

Существенные воздействия на водные организмы связаны с производством взрывных работ на переходах трубопроводов через русла,

сложенные скальными грунтами. Разработку траншей в этих случаях выполняют путем рыхления тяжелых грунтов взрывами с последующим извлечением их плавучими землеройными механизмами, а также взрывами на выброс из траншеи с применением шпуровых, скважинных, накладных или комбинированных зарядов.

Поражение рыб в зоне взрывных работ обусловлено действием гидроударной волны. Радиус зоны поражения (с летальным исходом или травмированием особей) в зависимости от массы и типа зарядов достигает несколько десятков, иногда сотен метров.

Вторично водоем подвергается загрязнению при обратной засыпке траншеи.

Восстановление нарушенного профиля русла в створе перехода происходит в течение длительного времени.

Нарушение структуры грунтов при разработке траншеи на берегах и в русле приводит к заметному изменению их свойств по сравнению с грунтами целиков. В частности, возрастает пористость грунта, снижаются сцепление грунта и сопротивление его сдвигу. Эти изменения являются одной из причин размыва трубопроводов, особенно на береговых участках.

Воздействия на природную среду рек и водоемов обуславливаются также несоблюдением требований проекта и правил производства работ. Это – недостаточное заглубление трубопроводов, несвоевременное сооружение берегоукреплений, сдача перехода без обратной засыпки траншеи, засорение территории береговых монтажных площадок строительными и бытовыми отходами, горючесмазочными материалами, в том числе при работе плавучих землеройных механизмов. «Шрамы», образованные незасыпанными береговыми траншеями и в русловой части, ускоряют процессы размыва трубопровода и перехода его в аварийное состояние.

Значительный, часто непоправимый ущерб, наносится малым рекам при строительстве переходов магистральных трубопроводов. (К малым относятся реки шириной по зеркалу воды в межень до 30 м, глубиной до 1,5 м и протяженностью, как правило, до 200 км). Разработка траншей на таких переходах производится экскаваторами с берегов или временных дамб, канатно-скреперными установками, пневматическими и гидравлическими грунтососами, канавокопателями, взрывом (в скальных грунтах). Иногда предусматривается временный отвод русла и выполнение земляных работ непосредственно на дне русла реки. После завершения перехода строительные организации не всегда восстанавливают русла реки

(частичное удаление дамбы), в результате чего наблюдаются смена русла, заболачивание территории, зарастание берегов, нарушение их режима и водности.

Малые реки между тем играют большую роль как места нерестилищ и кормовые угодья для рыб, а также источники питания средних и крупных рек и озер.

Аварии на подводных трубопроводах вследствие механических ударов (якорями, волокушами и т.п.), резонансных явлений на размывтых участках переходов, нарушения гидроизоляционного покрытия и коррозии приводят к утечкам транспортируемых продуктов и загрязнению водоемов.

В отличие от стационарных источников (таких как сбросы нефтеперерабатывающих заводов) загрязнение при нарушении герметичности подводного трубопровода характеризуется значительно большим объемом и высокой концентрацией ингредиента, попадаемого в водоем за относительно короткий промежуток времени. Имеют место и продолжительные утечки из трубопровода, например через коррозионные свищи.

Однако основную опасность для водоемов представляют все же залповые выбросы при нарушении герметичности подводных нефте- и продуктопроводов, аммиакопроводов, конденсатопроводов и т.д.

Взаимодействие нефти и воды характеризуется сложными физико-химическими процессами, протекающими с различной интенсивностью на разных стадиях формирования нефтяного загрязнения. Основными из них являются растекание, испарение, диспергирование, эмульгирование, окисление, биodeградация и седиментация.

Растекание нефти по поверхности воды обуславливается действием сил гравитации и поверхностного натяжения и является доминирующим процессом начального периода (примерно 6 – 10 ч) формирования нефтяного загрязнения.

Испарение легких фракций приводит к уменьшению объема нефти в пленке, снижению воспламеняемости и токсичности, но увеличивает вязкость и плотность остатка.

Растворение нефти в воде, главным образом легких фракций, протекает с незначительной скоростью, зависящей от состава и физико-химических свойств нефти, толщины пленки, температуры воды и состояния водоема.

Диспергирование заключается в образовании мелких капель нефти вследствие механического перемешивания пленки волнами. Поэтому

скорость диспергирования зависит от состояния водоема и свойств нефти.

Эмульгирование представляет собой процесс образования смеси воды и нефти, отличающейся при определенных соотношениях высокой вязкостью и устойчивостью к распаду. Эмульсию типа «вода в нефти» с содержанием воды до 80 % по объему называют «шоколадным муссом», весьма характерным для аварийных разливов нефти. Эмульгирование сопровождается увеличением первоначального объема в несколько раз.

Углеводороды относятся к достаточно устойчивым к окислению соединениям. Однако в контакте с водой в присутствии света процессы окисления заметно активизируются.

Биодеградация обуславливается использованием нефти отдельными микроорганизмами в качестве источника углерода и энергии. Скорость биодеградации зависит от свойств нефти, температуры воды и т.п.

Седиментация происходит вследствие увеличения плотности нефти при ее испарении, а также в результате абсорбирования нефти минеральными частицами, содержащимися в воде.

Масштаб загрязнения определяется при прочих равных условиях процессами растекания и испарения.

При попадании на поверхность воды нефть растекается тонким слоем от нескольких сантиметров пленки. Гравитационная составляющая пропорциональна разности плотностей воды и нефти, толщине слоя нефти и градиенту толщины. Силы инерции зависят также от плотности воды, толщины пленки и ускорения частиц нефти при растекании.

Сила поверхностного натяжения представляет собой результирующую сил поверхностного натяжения на границе вода – нефть, нефть – воздух и вода – воздух.

Силы трения обуславливаются вязкостью нефти и зависят от ее кинематической вязкости и скорости движения.

В результате загрязнения воды нефтью изменяются ее физические, химические и органолептические свойства, ухудшающие условия обитания в воде организмов и растительности, затрудняются все виды водопользования. Допустимый уровень загрязненности воды определяется «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», которые устанавливают требования к составу и свойствам воды и предельно допустимые концентрации вредных веществ в водоемах различного назначения.

Таким образом, практически любая авария подводного нефтепровода (для простоты условимся рассматривать в качестве ингредиента только

нефть, имея в виду и нефтепродукты) может привести к утрате водоема как объекта одного или нескольких видов водопользования.

Влияние нефти и нефтепродуктов на водоем проявляется в ухудшении физических свойств воды (замутнение, изменение цвета, вкуса, запаха), отравлении воды токсическими веществами, образовании поверхностной пленки нефти и осадка на дне водоема, понижающей содержание кислорода.

Имеющиеся в настоящее время методы очистки воды в местах ее забора, устранения нефтяного привкуса и запаха, восстановления прозрачности и цветности, локализации, сбора и удаления нефти позволяют смягчить последствия загрязнения, ускорить восстановление временно утраченных свойств и тем самым обеспечить дальнейшее использование водоемов культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения. Однако с позиции рыбного хозяйства водоему при всем этом может быть нанесен невосполнимый ущерб, обусловленный высокой чувствительностью водных организмов и растительности к нефтяному загрязнению с одной стороны и стойкостью и токсичностью нефти с другой.

Нефтяное загрязнение рек и водоемов холодных регионов может иметь более серьезные последствия, чем в условиях средней полосы.

Воды рек Севера и Западной Сибири отличаются низкой минерализацией и температурой по сравнению с реками средней полосы. Так, например, среднегодовая минерализация вод Печоры – 42,4, Оби – 76,6, Урала – 302 и Волги – 182 мг/л. Слабая минерализация обусловлена питанием рек этих районов водами торфяников и болот, а также поверхностным стоком дождевых и снеговых вод, которые характеризуются высоким содержанием органических веществ. На окисление растворенных в воде органических веществ затрачивается значительное количество кислорода и в результате содержания его в воде резко уменьшается.

Другими факторами, способствующими понижению содержания кислорода, являются длительность ледостава и малая водность рек в зимний период. Продолжительность ледостава на реке Аган – 200 суток, Оби – 190, Большой Салым – 180, Туртас – 150 – 180 суток. В течение этого периода практически прекращается аэрация, а питание рек осуществляется главным образом обескислороженными водами.

Водность рек в зимнее время здесь снижается до минимума. Средняя величина зимнего стока рек составляет 5 % от годового. Соответственно снижается и содержание кислорода.

Выбор экологических решений

Комплекс изыскательных работ при проектировании подводного перехода включает топографические, инженерно-геологические, гидрологические и экологические изыскания. В процессе экологических изысканий устанавливают: видовой состав и количественные оценки населяющей водоем ихтиофауны; расположение и границы нерестилищ, кормовых угодий рыб; места водозабора и сброса сточных вод; категорию и назначение данного водоема, а также водоемов, расположенных ниже по течению; площади и характеристики водосбора; физико-химические показатели качества воды, гидрографию региона и т.д. Данные экологических изысканий используются при выборе створа, профиля и конструкции перехода, способа прокладки и технологии производства земляных работ, конструкции берегоукреплений и т.д.

Выбор створа и профиля перехода является одной из наиболее важных задач на стадии проектирования подводного трубопровода, от правильности решения которой зависит надежность его эксплуатации и экологичность, объем строительно-монтажных работ и их стоимость, технология и организация строительства.

СНиП 2.05-06-85 предписывает учитывать при определении створа и профиля перехода затраты на сооружение, прочность и устойчивость трубопровода, требования по охране природы, гидроморфологические характеристики водоема и их изменения в течение срока эксплуатации подводного перехода. Проектирование перехода осуществляется по материалам изысканий, срок давности которых не превышает двух лет.

Переходы нефте- и продуктопроводов через реки и каналы размещают ниже по течению от мостов, промышленных предприятий, пристаней, речных вокзалов, гидротехнических сооружений, водозаборов, зон отдыха, а также нерестилищ и мест массового обитания рыб. Отметим, что данная рекомендация может быть реализована относительно одного (ближайшего к трассе) водозабора или нерестилищ. Аналогичные объекты, расположенные ниже перехода по течению, могут быть при этом экологически незащищенными. Поэтому, очевидно, экологические изыскания должны проводиться с учетом потенциального загрязнения при аварии подводного трубопровода и гидрографии региона, включая

категорийность и назначение водоемов, расположенных ниже по течению.

Место перехода согласовывается с бассейновыми управлениями речного флота, органами по регулированию использования и охране вод, охраны рыбных запасов и другими заинтересованными организациями. Представляемые в органы рыбоохраны материалы должны содержать:

название водоема, привязку створа перехода; сроки и способы проведения строительного-монтажных работ; рыбохозяйственные характеристики водоемов и их участков в районе перехода;

способы разработки траншей, характеристики механизмов (земснарядов, экскаваторов, трубнозаглубителей и т.д.).

Мероприятия по борьбе с нефтяным загрязнением водоемов

Своевременное установление нефтяного загрязнения в значительной мере предопределяет правильность выбора метода и средств локализации и удаления загрязнителей с поверхности воды. Наиболее простой визуальный способ оценки нефтяного загрязнения основан на наблюдении за внешними признаками, сопровождающими процесс распространения нефти по поверхности воды. Руководствуясь этими признаками можно ориентировочно определить степень загрязненности водоема.

Более точная оценка содержания нефти в воде осуществляется лабораторным анализом пробы воды с помощью специальных приборов.

Снижение концентрации нефти и нефтепродуктов в воде происходит в результате их естественного распада, химического окисления; испарения легких фракций и биологического разрушения микроорганизмами, обитающими в водной среде. Все эти процессы характеризуются низкой скоростью, определяемой, главным образом, температурой воды. Химическое окисление нефти затрудняется высоким содержанием в ней предельных углеводородов. Окисляются и испаряются в основном легкие фракции от керосина до смазочных масел, что приводит к накоплению в воде тяжелых трудноокисляемых фракций нефти, которые впоследствии образуют донное загрязнение.

Сокращение содержания нефти в пленке в первые дни после ее образования происходит преимущественно за счет испарения. При температуре воды 22 – 27 °С потери нефти из пленки в результате испарения за первые три дня достигают 26 %, а при -5 °С – 12 %, Дальнейшее уменьшение нефти в пленке обуславливается биохимическим окислением и оседанием на дно водоема.

Биохимическое окисление нефти сопровождается интенсивным поглощением кислорода воды. Согласно экспериментальным данным на окисление 1 мг нефти затрачивается в среднем 3 – 5 мг кислорода. Поэтому показатель биохимического потребления кислорода (БПК), численно равный количеству кислорода, поглощаемого 1 л пробы воды при биохимическом окислении органических загрязнений микроорганизмами, используют в качестве индикатора наличия нефти в воде и интенсивности его окисления.

Полное окисление нефти в аэробных условиях продолжается не менее 100 – 150 дней, а в анаэробных – длится еще дольше, что предполагает возможность загрязнения значительных участков реки или водоема. С учетом этого в случае загрязнения водоема нефтью применяют специальные методы локализации, сбора и удаления нефти с поверхности воды.

Локализация, сбор и удаление нефти и нефтепродуктов являются сложным и трудоемким процессом вследствие малой толщины нефтяной пленки и относительно высокой скорости ее распространения.

В настоящее время накоплен значительный опыт по борьбе с нефтяным загрязнением водоемов. Широкое распространение получили механические способы локализации, сбора и удаления нефти с поверхности воды. Эти способы включают боновые заграждения и различные конструкции скиммеров и нефтесборщиков.

Примером заграждения подводного типа является пневматический барьер, принцип работы которого заключается в создании препятствия в верхнем слое воды при непрерывной подаче воздуха через перфорированную трубку, уложенную на дно водоема. Удерживающая способность пневматического барьера определяется скоростью и углом подачи воздуха, течением воды и степенью волнения. Достоинством метода является возможность свободного прохода судов.

Технология локализации поверхности воды абсорбирующими материалами довольно проста. Абсорбирующий материал разбрасывается в сыпучем виде, впитывает нефть и образует «густое» нефтяное пятно на поверхности воды. В качестве абсорбентов применяются пенополиуретан, торф, торфяной мох, опилки, солома и др., обладающие избирательной абсорбирующей способностью к нефти и нефтепродуктам. Так, например, 1 кг торфяного мха поглощает 8,5 кг трансформаторного масла, 9,8 кг сырой нефти и 12,9 кг бензина. Некоторые искусственные материалы, например, пенополиуретан поглощают нефть и нефтепродукты весом

почти в 20 раз превышающие их собственный вес. Такой пенопласт может поглотить с поверхности воды слой нефти толщиной 10 мм и снизить концентрацию нефти в воде с 4000 – 6000 мг/л до 10 – 14 мг/л.

Значительный интерес представляет использование для локализации нефти гидрофобного адсорбента на основе вспученного перлита. Технология обработки перлита и его применения для очистки водной поверхности от пленочных нефтяных загрязнений разработана специалистами Киевского политехнического института и Института коллоидной химии и химии воды і АН Украины. Поглощительная способность обработанного перлита составляет более 80 % собственной массы и максимальна при размере фракций 0,2 – 0,4 мм.

В зону загрязнения адсорбент подается из-под воды с помощью гидроэжекторной установки. По сравнению с распылением адсорбента на загрязненную поверхность подача его из-под воды исключает потерю поглотителя, а также повышает эффективность его применения.

Сбор и удаление нефти с поверхности воды осуществляется нефтесборщиками, скиммерами (сепараторами) различной конструкции и сорбирующими материалами.

ВНИИСПТ разработан нефтесборщик, принцип работы которого основан на эффекте вихревой воронки. Производительность нефтесборщика при толщине пленки нефти на поверхности воды 3,5 мм составляет 30 м³/час.

Малогабаритный скиммер состоит из понтона, емкости и отсасывающего рукава. Поверхностная пленка нефти всасывается через погруженный в воду край скиммера при работе отсасывающего насоса. При увеличении скорости откачки погружение переднего края в воду увеличивается, и больший слой пленки всасывается в емкость. С уменьшением скорости откачки передний край поднимается, а при прекращении откачки – выходит из воды. Таким образом, регулируя скорость откачки, можно собирать и удалять нефтяные пленки различной толщины. При ширине переднего края скиммера 1 м максимальная производительность достигает 12 т/ч. Наиболее эффективно его использование для сбора толстых пленок нефти в спокойной воде.

Конструкции дискового и баранного скиммеров отличаются от выше описанных. Принцип работы их основан на свойстве адгезии нефти и нефтепродуктов. В процессе вращения барабанов нефть увлекается ими вверх, где стекает под действием собственного веса или счищается специальными щитками в накопитель, а из последнего удаляется в

резервуар. Эффективность работы таких скиммеров зависит от скорости вращения и размера дисков (барабана) и вязкости нефти и нефтепродуктов.

Сбор насыщенного нефтью сорбента и отделение его от воды производится с помощью специального судна – нефтесборщика. Насыщенный нефтью сорбент вместе с водой всасывается через заборное устройство. Адсорбированная нефть накапливается в емкости, расположенной на нефтесборщике.

2. Словарь понятий

Подводный переход – участок магистрального трубопровода, пересекающий естественные или искусственные водоемы.

Меженный уровень вод – наименьший уровень вод, питание реки происходит за счет грунтовых вод.

Линия размыва – линия, до которой в течение времени происходит глубинное перестроение дна русла.

3. Материалы, используемые в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 1) Характеристика техногенных воздействий на реки и водоемы в процессе строительства и эксплуатации подводных трубопроводов.
- 2) Выбор экологичных проектных решений.
- 3) Мероприятия по борьбе с нефтяным загрязнением водоемов.

Литература:

Березин В.Л., Ким Б.И. Проектирование и эксплуатация подводных трубопроводов за рубежом. – М.: изд. ВНИИОЭНГ, 1986.

Березин В.Л., Зоненко В.И., Ким Б.И. Повышение экологичное™ нефтегазопроводов. – М.: изд. ВНИИПКтехоргнефтегазстрой, 1987.

Березин Л.В., Зоненко В.И., Ким Б.И. Методы укладки и обеспечения устойчивости глубоководных трубопроводов. – М.: изд. ВНИИЭгазпром, 1988.

МОДУЛЬ 15
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ.
ВВЕДЕНИЕ

Данная тема рассматривает вопросы загрязнения приземного слоя атмосферы при повреждении магистрального газопровода, распространение загрязнений в приземном слое атмосферы. В модуле изложены особенности загрязнения окружающей среды при трубопроводном транспорте сжиженных газов.

Схема изучения нового материала

Тема занятий	Тип занятий	Вид занятий	Кол-во часов
1. Загрязнения приземного слоя атмосферы при повреждении магистрального газопровода. Распространение загрязнений в приземном слое атмосферы. Особенности загрязнения окружающей среды при трубопроводном транспорте сжиженных газов.	Формирование новых знаний	Лекция	2
2. Расчет параметров загрязнения воздушного бассейна от движущегося источника (автомобиля)	Углубление и систематизация знаний, контроль знаний, контроль знаний	Практическое занятие	2

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Загрязнение приземного слоя атмосферы при эксплуатации магистральных трубопроводов и его последствия

При повреждении газо- и нефтепроводов выделяются различные токсичные вещества. Основными загрязнителями атмосферы являются природный газ, продукты испарения нефти и нефтепродуктов, аммиак, этилен, ацетилен, а также продукты сгорания перекачиваемых углеводородных смесей. Все эти загрязнения относятся к локальным и временным, так как они рассеиваются под воздействием воздушных потоков.

Загрязнение приземного слоя атмосферы оказывает существенное

отрицательное влияние на человека и растительность вследствие общетоксического действия перечисленных ингредиентов. Особую опасность представляет загрязнение воздуха вблизи населенных пунктов. В этих случаях возможность наложения или аккумуляции различных загрязнений значительно усугубляет характер последствий.

В отличие от средней полосы загрязнение воздуха в районах Крайнего Севера при прочих равных условиях оказывает более сильное воздействие на природу. Растительный покров в этих районах находится в крайне неблагоприятных климатических условиях. Поэтому всякое воздействие, в том числе и загрязнение воздуха, может привести к угнетению растительного покрова.

Источники загрязнения приземного слоя атмосферы

К основным источникам загрязнения приземного слоя атмосферы при трубопроводном транспорте нефти, нефтепродуктов и газа следует отнести аварийные выбросы газа при отказах и ремонте линейной части магистральных газопроводов и испарение нефти и нефтепродуктов при хранении в резервуарах. Не менее сильным источником загрязнения воздуха являются пожары при возгорании или сжигании транспортируемых продуктов.

Отказы газопроводов наблюдаются при использовании некондиционных материалов (труб, арматуры, сварочной проволоки и т. п.), нарушении технологии строительно-монтажных работ, ремонта и эксплуатации, а также в результате коррозии. Причины отказов эксплуатируемых магистральных газопроводов (в % от общего числа отказов) указаны в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Отказ магистральных газопроводов (в % от общего числа отказов)

Дефект сварки	26,3
Низкое качество строительно-монтажных работ	7
Низкое качество эксплуатации	1,8
Коррозия	52,6
Прочие	7

Другим источником загрязнения воздуха являются резервуарные парки, сооружаемые на головных и некоторых промежуточных перекачивающих станциях. В результате сливно-наливных операций, а

также суточных колебаний температуры происходит достаточно интенсивное выделение продуктов испарения в приземной слой атмосферы.

В результате только одного большого «дыхания» потери нефти из резервуара объемом 5000 м^3 могут достигать 3,5 т. Годовые потери нефти из такого резервуара из-за малых «дыханий» могут составить 30 – 60 т. Необходимость сливно-наливных операций, неизбежность суточных колебаний температуры окружающего воздуха предопределяют стационарный характер такого загрязнения. Это обстоятельство позволяет локализовать основные источники загрязнения атмосферы в пределах резервуарного парка.

Самопроизвольное возгорание нефти, нефтепродуктов и газа при повреждении линейной части или резервуара, хотя это и случайное редкое явление, однако оно вызывает очень интенсивное загрязнение воздуха.

Особенности загрязнения окружающей среды при транспортировке сжиженных газов

С разработкой эффективных способов сжижения газов (аммиака, этилена, метана, кислорода и др.) возникла проблема транспортировки этих продуктов на значительные расстояния. Наиболее выгодна доставка сжиженных газов по магистральным продуктопроводам (аммиакопроводам, этиленопроводам и др.). Такие трубопроводы проектируются и строятся как в СССР, так и за рубежом. Например, в СССР построены этиленопроводы Нижнекамск – Казань и Нижнекамск – Уфа – Стерлитамак – Салават диаметром 219 мм протяженностью 262 и 453 км соответственно, аммиакопровод Тольятти – Одесса диаметром 355,6 мм протяженностью около 2200 км.

Хотя трубопроводы для транспортировки сжиженных газов и не получили еще широкого распространения, однако в будущем, по мере решения имеющихся проблем технологического и конструктивного характера, их роль значительно возрастет, так как развитие трубопроводного транспорта сжиженных природных газов определяется прежде всего его экономичностью (они примерно в 3,5 – 4 раза дешевле по сравнению с обычными газопроводами). Вместе с тем высокая пожаро-, и взрывоопасность и токсичность сжиженных газов предопределяют необходимость разработки соответствующих мероприятий по уменьшению воздействий в процессе их транспортировки по трубопроводам.

Основная опасность сжиженных газов, выделяющихся при повреждении подводящих магистральных и распределительных трубопроводов, заключается в их высокой пожаро- и взрывоопасности, а также в их токсичности. Жидкие углеводороды характеризуются низкими диффузионной способностью и температурой воспламенения – самовоспламенения, большим диапазоном температур воспламенения смеси паров и высокой температурой пламени при горении. При воспламенении сжиженных газов образуется область нестационарного быстрого горения, или детонации, фронт которой распространяется со сверхзвуковой скоростью и обладает огромной разрушительной силой. Так, в США в результате утечки пропана из поврежденного трубопровода выделилось 119 м³ сжиженного пропана. Через 5 мин с момента начала утечки образовалось облако из пропано-воздушной смеси на высоте 15 – 25 м от поверхности земли. При перемещении облака произошла вспышка и одновременно с этим возникла ударная волна, а затем огневой шторм. Взрывом были уничтожены строения в радиусе до 8 км.

При утечке жидкого аммиака из емкости (цистерны, резервуара) или трубопровода жидкая фаза, растекаясь по дневной поверхности, испаряется и образует аэрозольное облако так же, как и жидкие углеводороды. Размеры аэрозольного облака могут быть значительными в зависимости от количества разлившегося аммиака. Так, при утечке 700 т жидкого аммиака аэрозольное облако может покрыть территорию площадью 4 тыс. га. Лиственный покров деревьев под воздействием паров аммиака обесцвечивается, а вблизи места аварии на площади 4 3 га зелень полностью чернеет.

Пары аммиака в атмосфере загораются только от источника огня при температуре около 650 °С и концентрации в воздухе 15 – 28 об. %.

Эксплуатируемые трубопроводы для сжиженных газов проходят в основном по территориям освоенных районов, так как пункты сжижения газа и его потребления расположены вблизи промышленных центров. Например, этиленопроводы Нижнекамск – Казань, Нижнекамск – Уфа – Стерлитамак – Салават, Ленинварош (ВНР) – Калуш (СССР). Построенный в последние годы аммиакопровод Тольятти – Одесса пересекает ряд крупных областей, 120 водных преград и 150 автомобильных и железных дорог. Как уже отмечалось, основные потребители природного газа – центральные промышленные районы страны. Это обстоятельство, а также свойства сжиженных газов определяют выбор технологических и конструктивных решений

магистральных трубопроводов для их транспортировки. Строительство таких трубопроводов должно осуществляться с повышенным контролем качества труб и выполняемых работ, а принимаемые к реализации решения должны оцениваться с точки зрения охраны окружающей среды.

Санитарно-токсическая характеристика основных загрязнителей воздуха

К наиболее опасным загрязнителям воздуха относятся: окись углерода и сернистый ангидрид, образующиеся в результате сгорания природного газа, нефти и нефтепродуктов, а также аммиак и этилен.

Окись углерода представляет собой бесцветный газ, оказывающий отрицательное воздействие на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы человека. Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) окиси углерода в воздухе населенных мест составляет 1 мг/м^3 , максимальная разовая (средняя за 20 мин) – 3 мг/м^3 .

Сернистый ангидрид — бесцветный газ с острым запахом, ощутимый человеком при его концентрации в воздухе $5 - 7 \text{ мг/м}^3$. Концентрация $20 - 50 \text{ мг/м}^3$ сернистого ангидрида вызывает раздражение слизистой оболочки глаз и дыхательных путей. Более высокая его концентрация вызывает одышку, иногда потерю сознания. Максимальное время пребывания человека в воздушной среде, содержащей 120 мг/м^3 сернистого газа, не превышает 3 мин, а при содержании 300 мг/м^3 – 1 мин. Среднесуточная ПДК составляет $0,03 \text{ мг/м}^3$, а максимальная разовая – $0,05 \text{ мг/м}^3$.

Во влажном воздухе сернистый газ соединяется с капельками воды и образует аэрозоль серной кислоты с резким запахом, порог ощущения которой – $0,6 - 0,85 \text{ мг/м}^3$. При вдыхании аэрозоль вызывает раздражение слизистой оболочки дыхательных путей. Рефлекторные изменения дыхания отмечаются при концентрации аэрозоля $3,5 - 5 \text{ мг/м}^3$. Среднесуточная ПДК его составляет $0,1 \text{ мг/м}^3$, максимальная разовая – $0,3 \text{ мг/м}^3$.

Аммиак – бесцветный газ с резким характерным запахом, порогом ощущения 37 мг/м^3 . Он обладает сильным раздражающим действием на дыхательные пути. Среднесуточная и максимальная разовая ПДК его в воздухе – $0,2 \text{ мг/м}^3$.

Этилен – бесцветный газ, оказывающий наркотическое воздействие на человека. Среднесуточная и максимальная разовая ПДК этилена в

воздухе составляет 3 мг/м^3 .

Отрицательное влияние загрязненного воздуха, особенно содержащего сернистый газ, на растительность заключается в подавлении ее роста.

Наиболее чувствительны к загрязнению воздуха ель, сосна, пихта, лиственница, ольха, ива, береза (установлено, что вредное воздействие сернистого газа на хвойные деревья обнаруживается на расстоянии до 80 км от места его выброса); из злаковых и бахчевых культур – пшеница, рожь, ячмень, овес, люцерна, клевер; из низших – кустистые лишайники.

Оценка потерь газа и области загрязнения при повреждении магистрального газопровода

Объем утечки газа при повреждении магистрального газопровода определяется положением точки разрыва относительно ближайших компрессорных станций (КС), охранных и линейных кранов, а также давлением и температурой газа, диаметром газопровода, временем от момента возникновения утечки до отключения КС и кранов. Методика расчета потерь газа с учетом этих параметров, основанная на результатах физического моделирования, разработана ВНИИгазом. Согласно этой методике, процесс истечения газа из газопровода в случае его повреждения проходит в две стадии:

— истечение газа из участков $L_i (L_{i+1})$ (рис. 1.1) до отключения компрессорной станции $КС_i (КС_{i+1})$ или закрытия крана $К_j (К_{j+1})$;

— истечение газа из участков $L_i (L_{i+1})$ после отключения $КС_i (КС_{i+1})$ или из участков $l_i (l_{i+1})$ после закрытия кранов $К_j (К_{j+1})$.

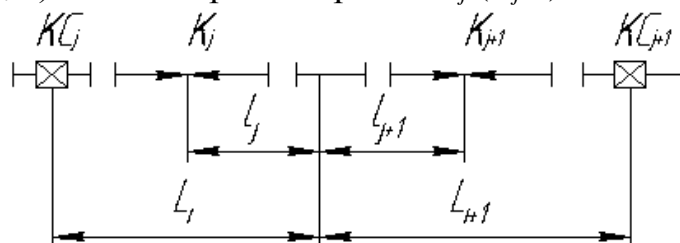


Рис. 1.1. Расчетная схема для определения потерь газа

В качестве исходных данных при расчете используются: протяженность участков $L_i, l_i, l_{i+1}, L_{i+1}$; внутренний диаметр газопровода $D_{вн}$; продолжительность первой (второй) стадии течения газа; рабочее давление на кранах $КС_i (КС_{i+1}) - p_i (p_{i+1})$ и в момент их отключения – $p_i' (p_{i+1}')$; давление газа на кранах $К_j (К_{j+1})$ в момент их закрытия – $p_j (p_{j+1})$, а

также давление в точке разрыва газопровода до возникновения утечки $p_{раз}$.

Расчет потери газа при наличии исходных данных выполняют в следующем порядке.

33. Определяют продолжительность первой (второй) стадии истечения газа на газопроводе-модели:

$$t' = \frac{t \sqrt{D_{вн} \cdot T_z}}{m \sqrt{x^3 \cdot \lambda \cdot \Delta}}, \quad (1)$$

где t – продолжительность первой (второй) стадии истечения газа; $D_{вн}$ – внутренний диаметр газопровода; z – коэффициент сжимаемости газа при температуре T и давлении p ; x – протяженность расчетного участка газопровода; m – параметр газопровода-модели, равный 53,63 при $x = L_i$ и 56,86 при $x = L_{i+1}$; λ – коэффициент гидравлического сопротивления газопровода до возникновения утечки, принимаемый равным 0,01; Δ – относительная плотность газа по воздуху, принимаемая равной 0,6.

34. Определяют степень сжатия газа на участках L_i и L_{i+1} соответственно:

$$\varepsilon_i = \frac{p_i}{p_{раз}} \text{ и } \varepsilon_{i+1} = \frac{p_{раз}}{p_{i+1}},$$

где p_i , p_{i+1} и $p_{раз}$ – значения давлений газа в начале участка L_i и конце участка L_{i+1} и в точке разрыва.

35. Определяют объем утечки воздуха V из газопровода-модели по номограмме (рис. 1.2) на первой и на второй стадиях процесса в зависимости от t'^2 и ε_i (ε_{i+1}).

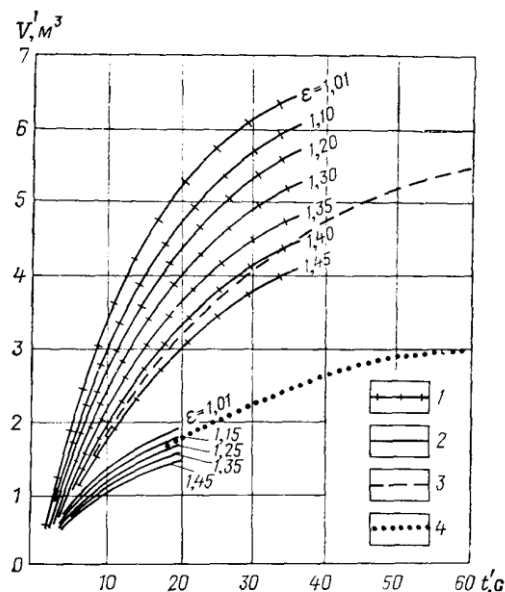


Рис. 1.2. Номограмма для определения объема утечки газа из газопровода-модели: 1 и 2 – для участков L_i и L_{i+1} на первой стадии истечения газа из трубопровода;

3 и 4 – для участков $L_i (l_i)$ и $L_{i+1} (l_{i+1})$ на второй стадии истечения газа

36. Вычисляют объем утечки газа из газопровода:

$$V = \sum V_{1,2}, \quad (2)$$

где

$$V_{1,2} = \frac{4,455 p x V' D_{\text{вн}} m^{2/3}}{z T}$$

$V_{1,2}$ – объем утечки газа на первой (второй) стадии истечения; p – давление газа.

В выражениях (1) и (2) переменные могут принимать следующие значения:

x – значения $L_i (L_{i+1})$ и $l_i (l_{i+1})$;

T – значения $T_i (T_{i+1})$, $T_i' (T_{i+1}')$, характеризующие температуру газа соответственно в начале L_i и в конце L_{i+1} участка и в момент отключения $KC_i (KC_{i+1})$;

p – значения p_i , p_{i+1} , p_i' , p_{i+1}' , p_{Kj} (p_{Kj+1}), характеризующие давления соответственно в начале L_i и в конце L_{i+1} участка, в момент отключения $KC_i (KC_{i+1})$ и на кранах $K_j (K_{j+1})$ в момент их закрытия;

z – значения $z_i (z_{i+1})$, $z_i' (z_{i+1}')$ и z_{Kj} (z_{Kj+1}), т.е. коэффициенты сжимаемости газа при определенных температурах и давлениях.

Рассмотрим методику оценки области загрязнения. Источники загрязнения приземного слоя атмосферы подразделяются на точечные и линейные. К точечным относятся дымовые трубы заводов, ТЭЦ и т.д., к линейным – участки магистрального газопровода, выделяющие газ в атмосферу при повреждении. Такие загрязнения носят локальный и временный характер.

В общем случае концентрация ингредиента в любой точке области загрязнения от линейного источника длиной l (рис. 1.3) можно определить, пользуясь рекомендациями В. Н. Шаприцкого, по формуле:

$$C(x, y, z) = \frac{500M}{\sqrt{\pi} \cdot c_z v_0 x^{1-\frac{n}{2}}} \cdot \left[e^{-\frac{(z-H)^2}{c_z^2 x^{2-n}}} + e^{-\frac{(z+H)^2}{c_z^2 x^{2-n}}} \right] \cdot \left[\operatorname{erf} \frac{y + \frac{l}{2}}{c_y x^{1-\frac{n}{2}}} - \operatorname{erf} \frac{y - \frac{l}{2}}{c_y x^{1-\frac{n}{2}}} \right] \quad (3)$$

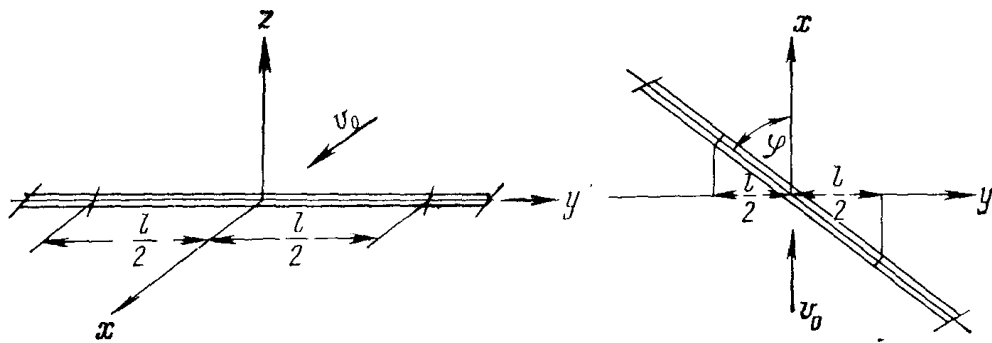


Рис. 1.3. Расчетная схема для определения области загрязнения от линейного источника

где $C(x, y, z)$ – концентрация загрязнителя в точке с координатами (x, y, z) ; M – мощность (расход) линейного источника; H – высота источника над землей; c_y, c_z – коэффициенты рассеяния в направлении координатных осей oy и oz ; v_0 – скорость ветра; n – коэффициент, учитывающий изменение метеорологических условий.

При ориентировочных расчетах значения c_y, c_z и n можно принять равными соответственно 0,05; 0,05 и 0.

Более точная оценка мощности линейного источника затруднительна, поскольку она является функцией давления и температуры газа, которые в рассматриваемом случае переменны во времени. Однако для приближенных расчетов значение M по-видимому, можно оценить по максимальному значению объема газа, выделяющегося из газопровода, и средней продолжительности его истечения.

В связи с тем, что источник загрязнения является временным и локальным (с небольшим интервалом между очередными выбросами), то главную опасность для населенных пунктов будет представлять загрязнение самого нижнего приземного слоя воздуха.

Поэтому на стадии проектирования целесообразность размещения относительно населенного пункта можно оценивать по степени возможного загрязнения воздуха в окрестностях или пределах последнего. В качестве такой оценки можно использовать значение концентрации загрязнителя на уровне дневной поверхности земли для подземного газопровода и на уровне газопровода для надземного.

В соответствии с этим для случая утечки газа из подземного газопровода ($H \approx 0; z \approx 0$) формула (3) примет вид:

$$C(x, y, 0) = \frac{2 \cdot 10^4 M}{\sqrt{\pi} \cdot v_0 x} \left(\operatorname{erf} \frac{y + \frac{l}{2}}{0,05x} - \operatorname{erf} \frac{y - \frac{l}{2}}{0,05x} \right), \quad (4)$$

а при утечке газа из надземного газопровода ($z=0$)

$$C(x, y, 0) = \frac{2 \cdot 10^{-4} M}{\sqrt{\pi} \cdot v_0 x} \cdot e^{-\left(\frac{H}{0,05x}\right)^2} \left(\operatorname{erf} \frac{y + \frac{l}{2}}{0,05x} - \operatorname{erf} \frac{y - \frac{l}{2}}{0,05x} \right). \quad (5)$$

Контур ареала загрязнения, в пределах которого концентрация ингредиента равна или выше предельно допустимой, может быть определен, если приравнять левую часть выражений (4) и (5) к значению установленной ПДК для данного ингредиента и вычислять x при фиксированных значениях y .

Полученная граница ареала характеризует действительное состояние приземного слоя атмосферы на заданной высоте в период функционирования источника, т.е. до прекращения утечки газа. В дальнейшем облако загрязнения будет рассеиваться, а уровень загрязнения снижаться.

В тех случаях, когда направление ветра образует некоторый угол φ с осью газопровода (см. рис. 1.3), расчетная длина источника:

$$l' = l \sin \varphi$$

2. Словарь понятий

Сернистый ангидрид – бесцветный газ с острым запахом, ощутимый человеком при его концентрации в воздухе $5 - 7 \text{ мг/м}^3$

Аммиак – бесцветный газ с резким характерным запахом, порогом ощущения 37 мг/м^3 .

Этилен – бесцветный газ, оказывающий наркотическое воздействие на человека.

3. Материалы, используемые в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 1) Загрязнение приземного слоя атмосферы при эксплуатации магистральных трубопроводов и его последствия
- 2) Источники загрязнения приземного слоя атмосферы

- 3) Особенности загрязнения окружающей среды при транспортировке сжиженных газов
- 4) Санитарно-токсическая характеристика основных загрязнителей воздуха
- 5) Оценка потерь газа и области загрязнения при повреждении магистрального газопровода

3.2. Задание к практическому занятию

Расчет выбросов от автомобильного транспорта

Цель работы: Рассчитать величину выбросов вредных веществ загрязняющих атмосферу от автомобильного транспорта.

Общие сведения

Основным загрязнителем атмосферного воздуха является автомобильный транспорт. В крупных городах на долю автотранспорта приходится более 70 % всех вредных выбросов в атмосферу. В выхлопных газах транспортных средств, имеющих двигатели внутреннего сгорания содержатся оксиды азота (II – NO, IV – NO₂), оксид углерода (угарный газ CO), углеводороды – C_xH_y, сажа – продукты неполного сгорания топлива, сернистый газ (SO₂), тяжелые металлы (см. табл. 3.2.1).

За 100 км пути автомобиль использует столько же кислорода, сколько человек за всю свою жизнь.

Для определения концентраций перечисленных выше наиболее массовых загрязнителей атмосферы необходимы газоанализаторы, с помощью которых можно контролировать чистоту воздуха.

На основании большого количества натуральных измерений выбросов разработана «Методика по расчету валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии» (РД – 17 – 89) от 1990 года. В одном из разделов этой методики представлен расчет выбросов вредных веществ от автомобилей с различными типами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) (бензиновыми, дизельными, газовыми и др.).

Методика расчета

Выброс *i*-го вредного вещества Π_i , [т] определяется по формуле (1):

$$\Pi_i = q_i \cdot l \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где q_i , [г/км] – удельный выброс i -го вредного вещества автомобилем в зависимости от типа ДВС с учетом картерных выбросов и испарений топлива, определяется по табл. 3.2.3;

l , [км] - пробег автомобилей с данным типом двигателя за расчетный период; K_1 – коэффициент, учитывающий техническое состояние автомобиля; K_2 – коэффициент, учитывающий возраст автомобиля.

Значения K_1 , K_2 определяются по табл. 3.2.4

Таблица 3.2.1

Токсичность вредных веществ

Загрязняющие вещества	ПДК в мл/м ³ . Максимальная, разовая	ПДК суточная	Класс токсичности
Угарный газ	3,0	1,0	4
Оксиды азота	0,085	0,085	2
Сажа (копоть)	0,15	0,05	3
Пыль нетоксичная	0,5	0,15	3

Продолжение табл. 3.2.1

Свинец и его соединения (кроме тетраэтилсвинца)		0,0007	1
Сернистый газ	0,5	0,15	3

Таблица 3.2.2

Содержание вредных веществ в отработавших газах (ОГ)

Вредное вещество ОГ	Содержание в ОГ ДВС	
	Дизели	Бензиновые
Оксид углерода	0,005 – 0,5 об. %	0,25 – 10 об. %
Оксиды азота в пересчете на азот	0,004 – 0,5 об. %	0,01 – 0,8 об. %
Сернистый ангидрид	0,003 – 0,05 об. %	–
Углеводороды в пересчете на углерод	0,01 – 0,5 об. %	0,27 – 0,3 об. %
Бенз(а)пирен	До 10 мкг/м ³	До 20 мкг/м ³
Сажа	До 1,1 г/м ³	До 0,4 г/м ³
Соединение свинца		Выбрасывается до 85 % соединений свинца (от количества введенного в бензин с ТЭС)

Таблица 3.2.3

Значения удельных выбросов вредных веществ автомобильным транспортом (q_i) в 1996 – 2000 годах, г/км

Группы автомобилей	1996			1997			1998			1999			2000		
	CO	C _x H _y	NO _x	CO	C _x H _y	NO _x	CO	C _x H _y	NO _x	CO	C _x H _y	NO _x	CO	C _x H _y	NO _x
Грузовые, специальные грузовые с бензиновыми ДВС и работающие на сжиженном нефтяном газе	61,9	13,3	8	60,3	13	7,7	58,7	12,7	7,4	57,1	12,3	7,1	55,5	12	6,8
Грузовые, специальные грузовые дизельные	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,6
Грузовые, специальные грузовые работающие на сжатом природном газе	30	10	8	30	10	8	30	10	8	25	8	7,5	25	8	7,5
Автобусы с бензиновым ДВС	57,5	10,7	8	56	10,5	7,5	54,5	10,2	7,2	53	9,9	6,8	51,5	9,6	6,4
Автобусы дизельные	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5
Легковые служебные и стандартные	18,7	2,25	2,7	18,2	2,09	2,58	17,7	1,93	2,47	17,1	1,76	2,36	16,5	1,6	2
Легковые индивидуального пользования	17,9	2,1	2,6	17,45	2	2,5	17	1,9	2,4	16,55	1,75	2,3	16,1	1,6	2,19

Общий выброс от автомобиля складывается из выбросов вредных веществ всех групп: $P = \sum_{i=1}^n P_i$. Общий выброс от автотранспорта складывается из выбросов вредных веществ всех групп автомобилей.

Таблица 3.2.4

Коэффициент влияния среднего возраста автомобилей и уровня технического состояния на выбросы вредных веществ для различных групп заводского автомобильного транспорта

Группы автомобилей	K_1			K_2		
	оксид углерода	углеводороды	оксиды азота	оксид углерода	углеводороды	оксиды азота
Грузовые и специальные грузовые с бензиновыми ДВС	1,69	1,86	0,8	1,33	1,2	1,0
Грузовые и специальные груз. дизельные	1,8	2,0	1,0	1,33	1,2	1,0
Автобусы с бензиновыми ДВС	1,69	1,86	0,8	1,32	1,2	1,0
Автобусы дизельные	1,8	2,0	1,0	1,27	1,17	1,0
Легковые служебные и специальные	1,63	1,83	0,85	1,28	1,17	1,0
Легковые индивидуального пользования	1,62	1,78	0,9	1,28	1,17	1,0

Порядок проведения работы

- Изучить методику расчета выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта.
- Получить исходные данные для расчета.
- Расчет и составление отчета по результатам работы.

Варианты заданий к практической работе

Определить величину выбросов двух единиц автотранспорта А и В. Сравнить величину выбросов каждой из единиц между собой.

Таблица 3.2.5

Данные к практическому заданию

№	Тип авто А	Тип двигателя А	Пробег А, тыс. км	Год выпуска А	Тип авто Б	Тип двигателя Б	Пробег Б	Год выпуска Б
1	автобус	дизель	80	2000	автобус	бензин	80	2000
2	л/а инд	бензин	180	1997	л/а служ	бензин	180	1997
3	л/а инд	бензин	50	1996	л/а служ	бензин	50	1996
4	груз	дизель	250	1998	груз	бензин	250	1998
5	л/а инд	бензин	190	1999	груз	бензин	190	1999
6	груз	дизель	320	1998	автобус	дизель	320	1998
7	груз	бензин	260	2000	автобус	бензин	260	2000
8	груз	дизель	320	1998	груз	дизель	320	2000
9	груз	бензин	200	2000	груз	дизель	200	2000
10	л/а инд	бензин	220	1998	груз	бензин	220	2000
11	груз	дизель	420	2000	автобус	дизель	420	2000
12	груз	бензин	360	1997	автобус	бензин	360	1997
13	л/а инд	бензин	240	1998	л/а служ	бензин	240	1998
14	л/а инд	бензин	150	1999	л/а служ	бензин	150	1999
15	груз	дизель	350	1999	груз	бензин	350	1999
16	л/а инд	бензин	390	1998	груз	бензин	390	1998

где л/а инд. – легковой автомобиль индивидуального пользования;
л/а служ. – легковой автомобиль служебного пользования;
дизель – дизельный двигатель;
бензин – бензиновый двигатель;
груз – грузовой автомобиль.

Контрольные вопросы

1. Какие вредные вещества содержатся в выхлопных газах транспортных средств, имеющих двигатели внутреннего сгорания?
2. Какими приборами контролируют чистоту воздуха (определяют концентрации наиболее массовых загрязнителей атмосферы)?
3. Как рассчитывается выброс i -го вредного вещества P_i ?
4. Какие коэффициенты влияют на величину выброса от транспортного средства?
5. Как определяется и от чего зависит удельный выброс i -го вредного вещества q_i ?

6. Какой двигатель экологически чище: бензиновый или дизельный?

Литература:

4. Природоохранные нормы и правила проектирования: Справочник/Сост: Ю.Л. Максименко, В.А. Глухарев.-М.: Стройиздат, 1990–572 с.

5. Л.Г. Телегин, Б.И. Ким, В.И. Зоненко «Охрана окружающей среды при сооружении и эксплуатации газонефтепроводов»: Учеб. пособия для вузов.-М.: Недра, 1988–188 с.

6. Мазур И.И., Шишов В.Н. Основы окружающей среды при строительстве нефтегазовых объектов: Учебник для техникумов.-М.: Недра, 1992–150 с.

7. Бородавкин П.П., Березин В.Л. Сооружение магистральных трубопроводов: Учеб. для вузов-2е изд. перераб.-М.: Недра, 1987-471 с.

МОДУЛЬ 16
ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ЖИВОТНЫЙ МИР
ВВЕДЕНИЕ

Данная тема раскрывает вопросы влияния искусственных препятствий на миграцию животных. В модуле рассмотрено влияние строительства и эксплуатации трубопроводов на продуктивность пастбищ северных животных, мероприятия по уменьшению воздействий на северных животных.

Схема изучения нового материала

Тема занятия	Тип занятия	Вид занятия	Кол-во часов
Влияние искусственных препятствий на миграцию животных; влияние строительства и эксплуатации трубопроводов на продуктивность пастбищ северных животных; мероприятия по уменьшению воздействий на северных животных.	Формирование новых занятий, углубление навыков и контроль знаний.	Лекция	2

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Строительство и эксплуатация магистральных трубопроводов и их последствия

В процессе строительства и эксплуатации магистральных газо- и нефтепроводов причиняется определенный ущерб животному миру – одному из компонентов окружающей среды. Освоение отдаленных, ранее недоступных территорий, разработка нефтяных и газовых месторождений и прокладка трубопроводов могут привести к нарушению установившегося динамического экологического равновесия в природе.

Как показывает опыт, прокладка трубопровода оказывает в основном отрицательное воздействие на крупных животных. Поэтому дальнейшее изложение касается главным образом влияния строительства и эксплуатации трубопроводов на животных северных районов, в частности на диких и домашних оленей.

Совокупность факторов (воздействий), оказывающих отрицательное влияние на животных при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов, можно условно подразделить на прямые и косвенные. К

прямым воздействиям относятся создание искусственных препятствий на миграционных путях, шумы транспортных (наземных и воздушных) средств, а также бесконтрольный отстрел диких животных. *К косвенным воздействиям* – сокращение пастбищных площадей в результате развития эрозионных и криогенных процессов, механическое повреждение растительного покрова, а также загрязнение атмосферы, грунтовой среды и т. п.

Значительные нарушения почвенно-растительного слоя обусловлены движением тяжелых транспортных средств. Установлено, что в результате повреждения растительного покрова, происходит смена лишайниковых осоковыми. Лишайники являются зимним кормом для оленей, доступ к которому в это время затруднен. Следовательно, нарушение растительного покрова приводит к сокращению кормовых запасов для северных оленей в зимнее время.

Значительный ущерб продуктивности растительного покрова наносится загрязнением грунтовой среды нефтью и нефтепродуктами в результате их утечки при повреждении газо- и нефтепродуктопроводов. Вследствие высокой токсичности и стойкости нефтяного загрязнения, пораженные площади оказываются длительное время непригодными для произрастания растений.

Влияние искусственных препятствий на миграцию животных

Искусственные препятствия, затрудняющие сезонные миграции оленей, создаются прокладкой надземных, наземных и полуподземных магистральных трубопроводов, линий электропередач, автомобильных и железных дорог и других протяженных сооружений. Животные скапливаются перед такими препятствиями в огромные стада.

Как установлено наблюдениями, дикие олени пользуются традиционными летними и зимними пастбищами и путями миграции, формируемыми длительное время. Искусственные же препятствия либо удлиняют продолжительность миграции, либо обуславливают смену или маршрута движения, или пастбища. В любом случае, вероятность гибели взрослых оленей и телят резко увеличивается из-за неосвоенности маршрута, что, безусловно, сказывается на численности оленей.

О степени привязанности диких северных оленей к изученным маршрутам свидетельствуют данные натуральных исследований, выполненных в Канаде. Хотя задача экспериментов заключалась в

разработке метода отлова оленей во время их миграции, полученные данные позволяют сделать некоторые выводы относительно влияния искусственных преград на миграцию диких оленей.

До начала весенней миграции рядом с традиционным маршрутом был сооружен загон и двойной ряд деревянных заграждений высотой 1,5 и 2,2 м. Передние ограды высотой 1,5 м были переносными и выполняли функцию направляющих. Первые две группы оленей, почувствовав присутствие людей, повернули обратно (рис. 1.1 а, б). Через два дня эти же две группы оленей вернулись, но, так и не преодолев основной преграды, ушли обратно (рис. 1.1 в). Остальные группы оленей появились позднее и сумели преодолеть заграждения и продолжили движение по традиционному маршруту (рис. 1.1 г, д). Из этих наблюдений следует, что, несмотря на препятствия и присутствие людей, мигрирующие олени настойчиво стремятся придерживаться традиционного маршрута.

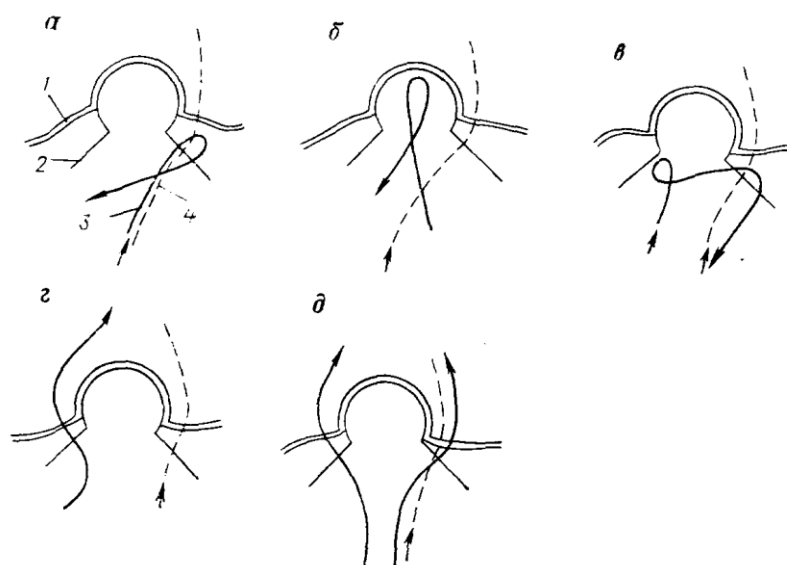


Рис. 1.1. Миграция оленей при наличии искусственного препятствия:
1 – основной забор; 2 – направляющий забор; 3 – передвижение оленей; 4 – традиционный путь миграции оленей

В тех случаях, когда передвижение по привычному маршруту затруднено, животные выбирают в дальнейшем новый маршрут, позволяющий преодолеть (обойти) создавшееся препятствие. Например в 1969 г. весенняя миграция таймырских оленей с зимних пастбищ в долине р. Енисея была нарушена прокладкой газопровода Мессояха – Норильск. Животные, скапливаясь перед газопроводом, двигались вдоль него в поисках оврагов или засыпанных снегом участков газопровода, где преодолевали его и продолжали путь (рис. 1.2). Трудности перехода к

весеннему пастбищу вынудили оленей осенью 1969 г. и весной 1970 г. избрать новый маршрут в обход газопровода. Однако трудно предполагать судьбу данной популяции, если бы обход газопровода был невозможен. В литературе упоминаются случаи, когда из-за расчленения зимних и летних пастбищ гибли целые стада диких оленей.

Другим фактором прямого воздействия, оказывающим отрицательное влияние на оленей, является шум самолетов, вертолетов и наземного транспорта. Установлено, что низкие полеты самолетов и вертолетов, проезд наземного транспорта вблизи оленей приводят к абортированию самок в период отела и к гибели телят. В зимнее время воздействие шума вызывает пневмонию у взрослых животных.

Устройство переходов трубопроводов на пересечениях с миграционными путями диких животных. При проектировании трубопроводов особое внимание следует уделять изучению традиционных маршрутов миграции, районов летних и зимних пастбищ. Переходы через трубопровод необходимо устраивать только в местах пересечения с маршрутами передвижения оленей. Причем окрестности перехода должны быть по возможности свободны от временных городков строителей, а также от дорог.

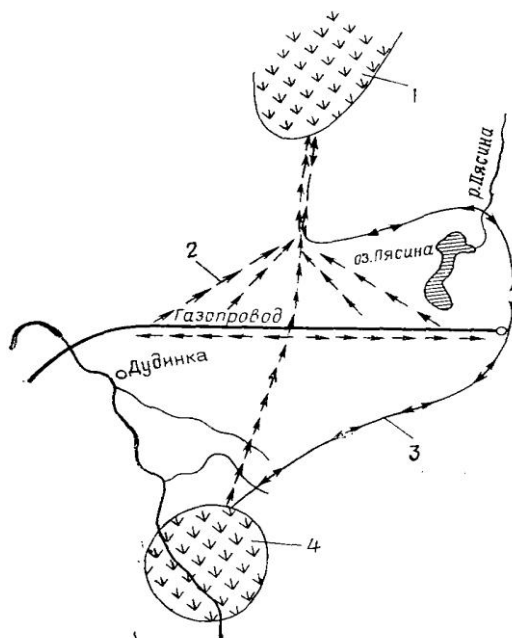


Рис. 1.2. Влияние газопроводов на миграцию оленей:

1, 4 – летнее и зимнее пастбища оленей; 2 – маршрут весной 1969 г.; 3 – то же, осенью 1969 г. и весной 1970 г.

Устройство перехода под трубопроводом, по-видимому, менее эффективно, чем над заглубленным в землю или обвалованным

трубопроводом. Во-первых, потому, что при наземной прокладке трубопровода пролет между опорами в зависимости от диаметра составляет от 15 до 50 м, что явно недостаточно для того, чтобы не вызвать беспокойства оленей; во-вторых, трубопровод необходимо устанавливать на более высоких опорах (по сравнению с обычными участками), что значительно усложнит монтаж трубопровода, особенно большого диаметра; в-третьих, как показывают наблюдения, животные опасаются переходить даже под более высоко расположенными по сравнению с наземными трубопроводами линиями электропередач. Поэтому целесообразнее в этом случае заглубленная схема перехода или в виде обвалования. Причем участки заглубления (обвалования) должны быть длиной не менее 60 – 100 м (по 30 – 50 м в обе стороны от миграционного пути). В этих же целях не следует располагать проезжие дороги вблизи от пастбищ.

2. Словарь понятий

Прямое воздействие – создание искусственных препятствий на миграционных путях, шумы транспортных (наземных и воздушных) средств, а также бесконтрольный отстрел диких животных.

Косвенное воздействие – сокращение пастбищных площадей в результате развития эрозионных и криогенных процессов, механическое повреждение растительного покрова, а также загрязнение атмосферы, грунтовой среды и т. п.

3. Материалы, использованные в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 1) Строительство и эксплуатация магистральных трубопроводов и их последствия
- 2) Влияние искусственных препятствий на миграцию животных

Литература:

37.Бородавкин П.П., Ким Б.И. О воздействии магистральных трубопроводов на окружающую среду в процессе их строительства и эксплуатации.– Проектирование и строительство трубопроводов и

газонефтепромысловых сооружений, 1976, № 11. с. 13 – 18.

38.Скробов В.Д. Человек и дикий олень на Таймыре.– Природа, 1972, № 3, с. 98–99.

МОДУЛЬ 17
ОЦЕНКА УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРИ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ
ВВЕДЕНИЕ

В модуле рассматривается экологическая паспортизация объектов нефтегазового строительства. Цели, задачи и этапы экологической паспортизации. Порядок экологической паспортизации объектов. Понятие ущерба и меры его оценки. Комплексная экономическая оценка ущерба окружающей среды.

Схема изучения нового материала

74) Тема занятий	75) Цель занятий	76) Вид занятий	77) Количество часов
78) 1. Экологическая паспортизация объектов	79) Изучение нового материала	80) Лекция	81) 1
82) 2. Экономическая оценка ущерба окружающей среды	83) Изучение нового материала	84) Лекция	85) 1
86) 3. Подсчет убытков, причиненных государству при залповом и установившемся сбросе нефтепродуктов в водный объект	87) Итоговый контроль	88) Практическое занятие	89) 2

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Экологическая паспортизация объектов нефтегазового строительства: цели, задачи и этапы

Для решения вопросов развития производительных сил нефтегазовых отраслей проводится инвентаризация вредных выбросов в атмосферу, сбросов неочищенных и очищенных сточных вод в поверхностные водоемы, анализируется проектная документация на генподрядные объекты.

Инвентаризация вредных воздействий, выбросов, стоков, ТБО – первый и обязательный этап экологической паспортизации объектов. Это означает переход от рассмотрения частных экологических ситуаций к системному анализу проблемы в целом. Доведение технологии

строительства и эксплуатации каждого объекта до мирового уровня позволит решить задачи снижения расхода материалов, энергии и трудовых затрат, повышения качества продукции и резко снизить антропогенное воздействие производства на окружающую среду (уменьшить выбросы загрязняющих веществ в воду и атмосферу, предотвратить деструкцию ландшафтов, сократить площадь, отчуждаемых земель и т.д.). Академик В.А. Коптюг это возможное снижение вредного воздействия назвал «потенциально экологическим резервом» (ПЭР) производства.

Без знания ПЭР предприятиям, отраслям и регионам невозможно разработать целенаправленную, действенную экологическую программу.

Основой формирования комплексной экологической программы и перевода природоохранной политики на новый уровень должно стать введение экологических паспортов предприятий. Экологический паспорт включает общие сведения о предприятии, используемом сырье, описании технических схем выработки основных видов продукции, схем очистки сточных вод и аэровыбросов, их характеристики после очистки, данные о твердых и других отходах, а также сведения о наличии в стране и в мире технологий, обеспечивающих достижение наилучших удельных показателей по охране природы. Вторая часть паспорта содержит перечень планируемых мероприятий, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду (с указанием сроков их выполнения, объемов затрат, удельных и общих объемов выбросов вредных веществ до и после осуществления каждого мероприятия).

Состав природоохранного паспорта должен отражать:

переход от изучения следствий (состояния окружающей среды) к детальному дифференцированному анализу причин (ситуации по каждому объекту и группам родственных объектов);

переход от рассмотрения общего объема выбросов к удельным показателям, относимым к единице производственной продукции и сопоставляемым с наилучшими мировыми показателями.

В России по многим вредным выбросам нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) более жесткие, чем в других странах. Но, к сожалению, добиться выполнения этих норм можно не только с помощью совершенствования технологии производства и очистки выбросов, но и более простым путем, например, разбавляя стоки чистой водой до нужных значений концентрации загрязняющих веществ.

При переходе к удельным показателям требования, предъявляемые к

экологической чистоте производственных процессов, приобретают новый количественный смысл.

Рассмотрим особенности осуществления экологической паспортизации на объектах строительно-производственной, хозяйственно-бытовой и социальной инфраструктуры отрасли строительства объектов нефтегазовой промышленности.

Стандартизованный экологический паспорт промышленного предприятия не в полной мере отвечает специфике нефтегазового строительства. При относительно небольшой номенклатуре источников воздействий и загрязнений окружающей среды в строительстве, их экологическую паспортизацию с целью выработки мероприятий по природо- и ресурсосбережению провести не всегда просто. Практически для каждого типонаименования источника вредных воздействий необходимо корректировать типовой экологический паспорт.

Основные параметры, характеризующие состояние окружающей среды и ограничивающие ее загрязнения отходами строительного производства, это предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, поверхностных водах окрестных водоемов и почвах. Приводить все действующие нормы ПДК не имеет смысла, так как они имеются в специальной справочной литературе по охране окружающей среды. Перечни ПДК постоянно расширяются, что связано с появлением новых технологий, материалов, а также с новыми данными медико-биологических исследований, вскрывающих неизвестные вредные воздействия на живые организмы веществ, ранее считавшихся безвредными.

В почвах и грунтах окрестной зоны паспортизуемого объекта должны контролироваться те же вредные вещества, которые определяются в выбросах и стоках, так как они попадают в почвы и грунты, а через них – в растения и животных, оседая из атмосферы с осадками и из водоемов, в которые поступают после очистки сточные воды.

Контроль содержания вредных веществ в выбросах в атмосферу, стоках в поверхностные водоемы, или на рельеф, а также, попадающих на почву и грунты в виде осадка, инфильтрата, в твердых отходах производственной деятельности и бытовых, это функция служб экологического контроля. Однако для заполнения и оформления экологического паспорта этого недостаточно. Необходимо учесть фоновые характеристики окружающей среды, климатические факторы,

«нештатные» ситуации и с помощью расчетов сопоставить все этих факторы и оценить суммарные воздействия на окружающую среду.

Порядок экологической паспортизации объектов

Экологический паспорт (ЭП) объекта или предприятия – это нормативно-технический документ нового типа, включающий все данные о потребляемых и используемых ресурсах всех видов (природных – первичных, переработанных – вторичных и др.), а также определяющий все прямые влияния и воздействия на окружающую природную среду. ЭП представляет систему данных, выраженных через систему стандартизованных показателей, отражающих уровень использования природных и других ресурсов, и степень воздействий на основные компоненты природной среды: атмосферу, гидросферу, литосферу.

В соответствии с действующим законодательством в области охраны окружающей среды организация или предприятие подконтрольны местному Совету народных депутатов (СНД) и Госорганам охраны природы.

ЭП разрабатывается за счет собственных средств организации (предприятия), подлежит согласованию с СНД и территориальными органами охраны природы, утверждается первым руководителем организации (предприятия), а затем регистрируется в территориальном органе охраны природы. Руководитель, утвердивший ЭП, несет персональную ответственность за правильность его составления, достоверность содержащихся в нем данных, своевременность внесения корректив, отражающих изменение характера использования природных и иных ресурсов, воздействий на окружающую среду.

ЭП является не только исполнительным документом одной из форм экологического контроля, но также служит информационной основой для паспортизации территорий, регионов и страны в целом. Для этого экземпляры ЭП распределяются следующим образом: один экземпляр хранится в организации (предприятии), один – в территориальном или региональном органе охраны природы и еще один направляется в НИИП «ЭКОЛОГИЯ» для формирования экологического банка данных.

Разработка ЭП процесс многоэтапный. *Основой разработки ЭП* являются:

согласованные и утвержденные основные показатели строительно-производственной, хозяйственной и иной деятельности, связанной с

потреблением ресурсов и воздействиями на окружающую среду;

разрешения на природопользование (отвод земель, недр, водопользование и др.);

паспорта всех очистных систем и установок (воздухоочистных, газоочистных, водоочистных, канализационноочистных и др.), сооружений и установок по сбору, утилизации и использованию отходов;

данные статистической отчетности по природо- и ресурсопользованию.

Составление ЭП включает операции расчетов норм:

предельно допустимых выбросов (ПДВ) вредных веществ в атмосферный воздух – постоянно выбрасываемых и залповых;

предельно допустимых стоков (ПСЖ), очищенных или неочищенных стоков, сбрасываемых в поверхностные водоемы или системы централизованной канализации (КОС), или на рельеф;

предельно допустимых вредных воздействий (ПДВ) полей, излучений, физико-механических (тепловых, шумовых, электромагнитных, радионуклидов, механического разрушения поверхности литосферы, недр, изменения гидрологических, гидрогеологических условий и т.д.), а также инвентаризации источников воздействий и загрязнений окружающей среды.

Наиболее сложными и трудоемкими являются операции инвентаризации вредных воздействий, выбросов и стоков и расчеты норм ПДВ, ПДС.

Инвентаризацию проводят экологические службы с целью учета неблагоприятных воздействий, поступления вредных веществ в окружающую среду, их обезвреживания и улавливания, разработки мер по снижению и ликвидации воздействий и поступлений вредных веществ. Инвентаризацию осуществляют расчетно-аналитическими методами и прямыми методами инструментальных измерений и контроля. Сопоставление результатов расчетов и измерений позволяет не только проверить и оценить точность и достоверность обеих операций, но и оценить эффективность работы очистных, фильтрующих и природоохранных систем.

Фактические показатели (качественные и количественные) поступления в окружающую среду неблагоприятных воздействий, вредных веществ сопоставляются (расчетным путем) с нормами ПДВ, ПДС. На этом основании делаются выводы о приемлемости или неприемлемости деятельности организации, предприятия, отдельного объекта по

природоохранным критериям для данных экологических и природно-климатических условий. Затем принимается обоснованное решение: разрешающее дальнейшую деятельность (экологически безопасный объект); разрешающее деятельность частично, или при условии проведения неотложных мероприятий, долгосрочных мероприятий (экологически опасный объект); запрещающее деятельность (крайне экологически опасный объект).

Методические вопросы расчета выбросов и стоков, разработки проектов ПДВ и ПДС, проведения инструментальных измерений и контроля достаточно подробно разработаны, стандартизованы и содержатся в приведенной дополнительной литературе. На основании расчетов и прямых измерений на первом лапе определяется номенклатура вредных веществ, поступающих в окружающую среду в нормальном (проектном) режиме функционирования.

Далее производится расчет концентрации этих вредных веществ в соответствующих компонентах окружающей среды, при этом учитывается воздействие климатических факторов, как правило, снижающих концентраций за счет ветропереноса, осадков, течений и т.п.

Полученные значения концентраций вредных веществ сопоставляются с фоновыми концентрациями, свойственными для зоны влияния с установленными прямыми измерениями. Полученные суммарные значения концентраций сопоставляются с действующими нормами ПДК и по результатам Сравнения принимают соответствующие решения о дальнейшем функционировании.

При расчетах необходимо учитывать ограничения, действующие по совместным или суммарным концентрациям некоторых сочетаний вредных веществ.

По такой же блок-схеме делаются расчеты для разовых залповых выбросов вредных веществ, которые могут произойти из-за неполадок или аварийных ситуаций. При этом определяются максимальные концентрации вредных веществ, скорости их снижения за счет климатических факторов и адаптационных свойств среды, оценивается время достижения допустимых концентраций.

При принятии решения о строительстве и вводе какого-либо нового объекта – источника поступления вредных веществ в окружающую среду, либо при реконструкции действующего объекта, либо при необходимости принятия решения о дальнейшем функционировании объекта (при утверждении и согласовании экологического паспорта) делаются расчеты

предельно допустимых выбросов (ПДВ), или стоков (ПДС), или воздействий (ПДВ), учитывающих экологическую ситуацию на территории, где предполагается разместить или размещен объект.

Анализ природно-климатических факторов проводится с целью определения тенденций повышения или понижения концентраций вредных веществ для данной территории. Для этого используется база данных (БД1) многолетних климатических наблюдений и характеристик данной территории. Размеры учитываемой территории (зоны влияния) зависят от того, каков характер анализирующих выбросов, стоков или воздействий. Например, для взвешенных или растворимых веществ в стоках необходимо рассматривать весь нижележащий путь водного стока (реки); для выбросов, подобных тем, что имели место при Чернобыльской аварии, надо учитывать размеры территорий в тысячи квадратных километров, а для выбросов летучих элементов этого делать не надо. Для выбросов тяжелых элементов имеются статистические данные о скорости их осаждения с учетом ветра и т.п. Затем анализируется экологическая ситуация территории: фоновые значения концентрации вредных веществ (БД2 или прямые измерения). Сопоставляя фоновые концентрации, климатические характеристики и значения ПДК (БД3), рассчитывают ПДВ или ПДС для данной территории по списку интересующих веществ. Результаты получают в виде суммарной массы допустимых годовых поступлений вредных веществ и скорости их поступления в окружающую среду.

На следующем этапе учитываются все имеющиеся (известные) поступления вредных веществ от действующих на территории объектов-источников. Таким образом, сопоставляются: масса поступающих в окружающую среду вредных веществ и их концентрации. В результате получают оценки допустимых добавочных поступлений для этих веществ в окружающую среду. Эти значения и сопоставляются с проектными (расчетными) значениями выбросов или стоков конкретных вредных веществ от рассматриваемого объекта, планируемого к строительству, подлежащего реконструкции или паспортизируемого. Процедура принятия решения подобна той, которая рассмотрена в блок-схеме инвентаризации.

Экологический паспорт организации, предприятия или отдельного объекта включает разделы, расположенные в следующей последовательности:

титульный лист;

общие сведения о предприятии и его реквизиты;

краткая природно-климатическая характеристика района
расположения предприятия;
краткое описание технологии производства и сведения о продукции,
балансовая схема материальных потоков;
сведения об использовании земельных ресурсов;
характеристика сырья, используемых, материальных и
энергетических ресурсов;
характеристика выбросов в атмосферу;
характеристика водопотребления и водоотведения;
характеристика отходов;
сведения о рекультивации нарушенных земель;
сведения о транспорте предприятия;
сведения об эколого-экономической деятельности предприятия.

Для его оформления в отрасли строительства объектов нефтегазовой промышленности разработаны. Методические рекомендации по проведению инвентаризации объектов отрасли нефтегазового строительства и составлению экологического паспорта, в которых учитывается территориальная разобщенность и номенклатура вредных веществ, поступающих в окружающую среду.

Экологический паспорт предприятия.

ГОСТ 17.0.0. 04-90

Общие предложения.

1.1. Экологический паспорт промышленного предприятия – нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием природных ресурсов и степень его воздействия на окружающую среду.

1.2. Экологический паспорт предприятия представляет комплекс данных, выраженных через систему показателей, отражающих уровень использования предприятием природных ресурсов и степень его воздействия на окружающую среду.

1.3. В соответствии с действующим законодательством предприятия в своей деятельности по использованию природных ресурсов и воздействию на окружающую среду, планированию и проведению природоохранных мероприятий подконтрольно местной администрации и органами Минприроды РФ.

1.4. Экологический паспорт разрабатывает предприятие за счет

своих средств и утверждает руководитель предприятия по согласованию с местными органами власти и территориальным органом Минприроды РФ, где он регистрируется.

1.5. Основой для разработки экологического паспорта являются основные показатели производства, проекты расчётов ПДВ, нормы ПДС, разрешение на природопользование, паспорта газо- и водоочистных сооружений и установок по утилизации и использованию отходов, формы государственной статической отчетности и другие нормативные и нормативно-технические документы.

1.6. Экологический паспорт не заменяет и не отменяет действующие формы и виды государственной отчетности.

1.7. Для действующих и проектируемых предприятий составляют экологический паспорт по состоянию на момент оформления и дополняют (корректируют) его при изменении технологии производства, замене оборудования и т. п. В течение месяца со дня изменений, хранят на предприятии и в территориальном органе Минприроды РФ.

1.8. Заполнение всех форм экологического паспорта обязательно. Допускается включать дополнительную информацию по заполнению паспорта в соответствии с требованиями территориальных органов Минприроды РФ по согласованию с ними.

1.9. Гриф экологического паспорта определяется руководством предприятия в установленном порядке

2. Укрупненная оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы

Рассмотрим промышленное загрязнение воздушного бассейна в результате выброса в атмосферу веществ, опасных для населения и других реципиентов. В этом случае состояние окружающей среды зависит от приведенной массы M годового выброса вредных компонентов (в условных тоннах), поправки f на характер рассеивания примесей в атмосфере и показателя относительной опасности загрязнения различных реципиентов $\sigma_{\text{зaz}}^{\text{возд}}$ в так называемой зоне активного загрязнения. С учетом удельного ущерба от выбросов в атмосферу одной условной тонны загрязняющих веществ $Y_{\text{ym}}^{\text{возд}} = 2,4$ руб/усл.т. величина ущерба от загрязнения атмосферы определяется по формуле:

$$Y_{\text{атм}} = Y_{\text{ym}}^{\text{возд}} \cdot \sigma_{\text{зaz}}^{\text{возд}} \cdot f \cdot M$$

Приведенная масса годового выброса M вычисляется на основе

информации о количестве m_i поступающего в атмосферу вещества i -го типа и показателя относительной агрессивности A_i^{6030} , характеризующего количество оксида углерода, эквивалентное по воздействию на окружающую среду одной тонне этого вещества, в усл.т/т:

$$M = \sum_{i=1}^n A_i^{6030} \cdot m_i$$

Для определения показателей относительной агрессивности пользуются формулой:

$$A_i^{6030} = a_i \cdot \alpha_i \cdot \delta_i \cdot \lambda_i \cdot \beta_i,$$

где a_i – характеризует относительную опасность присутствия примеси в воздухе, вдыхаемом человеком;

α_i – поправка, учитывающая вероятность накопления исходной примеси или вторичных загрязнителей в компонентах окружающей среды и цепях питания, а также поступления примеси в организм человека неингаляционным путем;

δ_i – поправка, характеризующая вредное воздействие примеси на остальных реципиентов (кроме человека);

λ_i – поправка на вероятность вторичного заброса примесей в атмосферу после их оседания на поверхностях (для пыли);

β_i – поправка на вероятность образования из исходных примесей, выброшенных в атмосферу, других (вторичных) загрязнителей, более опасных, чем исходные (для легких углеводородов).

Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе характеризуется основными двумя показателями:

среднесуточной предельно допустимой концентрацией примеси $ПДК_{cci}$ [мг/м³] (для оксида углерода $ПДК_{cc\ co} = 3$ мг/м³);

предельно допустимым значением средней за рабочую смену концентрации примеси в воздухе рабочей зоны $ПДК_{pzi}$ [мг/м³] (для оксида углерода $ПДК_{pз\ co} = 20$ мг/м³).

Показатель a_i задает уровень опасности для человека вещества i -го типа по отношению к уровню опасности оксида углерода:

$$a_i = (ПДК_{cc\ co} \cdot ПДК_{pз\ co} / (ПДК_{cci} \cdot ПДК_{pzi}))^{0,5} = (60 / ПДК_{cci} \cdot ПДК_{pzi})^{0,5}$$

Среднесуточные предельно допустимые концентрации $ПДК_{cci}$ для i -го вещества приведены в справочниках. При отсутствии утвержденных значений $ПДК_{cci}$ допускается использование максимально разовых предельно допустимых концентраций $ПДК_{mpi}$ или расчетных значений временно допустимых концентраций $ВДК_{ав}$ для атмосферного воздуха населенных мест.

Предельно допустимые значения средней за рабочую смену концентрации i -го вещества в воздухе рабочей зоны $ПДК_{рzi}$ также утверждены и приведены в справочниках. При отсутствии утвержденного значения $ПДК_{рzi}$ допускается использование показателя ориентировочного безопасного уровня воздействия в воздухе рабочей зоны $ОБУВ_{рzi}$.

Значение поправки α_i принимается равным:

$\alpha_i=5$ для токсичных материалов и их оксидов – ванадия, марганца, кобальта, никеля, хрома, цинка, мышьяка, серебра, кадмия, сурьмы, олова, платины, ртути, свинца, урана;

$\alpha_i=2$ для прочих металлов и их оксидов – натрия, магния, калия, кальция, железа, стронция, молибдена, бария, вольфрама, висмута, для кремния, бериллия, а также для других компонентов твердых аэрозолей, для полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в том числе 3,4-бенз(а)-пирена;

$\alpha_i=1$ для всех прочих выбрасываемых в атмосферу загрязнителей (газов, кислот и щелочей в аэрозолях и др.).

Поправка на вредное воздействие выбрасываемых в атмосферу веществ на прочих реципиентов δ_i равняется:

$\delta_i=2$ для выбрасываемых и испаряющихся в атмосферный воздух легко диссоциирующих кислот и щелочей (фтористого водорода, соляной и серной кислот и др.);

$\delta_i=1,5$ для сернистого газа, оксидов азота, сероводорода, сероуглерода, озона, хорошо растворимых неорганических соединений фтора;

$\delta_i=1,2$ для органических пылей, содержащих ПАУ и другие опасные соединения, для токсичных металлов и их оксидов, реактивной органики (альдегидов и т.п.), аммиака, неорганических соединений кремния, плохо растворимых соединений фтора, оксида углерода, легких углеводородов;

$\delta_i=1$ для прочих соединений и примесей (органических пылей, содержащих ПАУ, нетоксичных металлов и их оксидов, в том числе натрия, магния, калия, кальция, железа, стронция, молибдена, бария, вольфрама, висмута и др.).

Поправка на вторичный выброс λ_i принимает значения:

$\lambda_i=1,2$ для твердых аэрозолей (пылей), выбрасываемых на территориях со среднегодовым количеством осадков менее 400 мм в год;

$\lambda_i=1$ во всех остальных случаях.

Поправка на образование вторичных загрязнителей β_i принимается

равной:

$\beta_i=5$ для нетоксичных летучих углеводородов (низкомолекулярных парафинов и олефинов) при поступлении их в атмосферу южнее 40 град. северной широты;

$\beta_i=2$ для тех же веществ при поступлении их в атмосферу севернее 40 град. северной широты;

$\beta_i=1$ для прочих веществ.

Распространение вредных веществ в окружающей среде зависит от типа и высоты источника загрязнения. Выделяют *три типа источников*: организованные (трубы); низкие неорганизованные (склады, вентиляторы, окна промзданий, карьеры, свалки); высокие неорганизованные (терриконы и др.). Форма и площадь зоны активного загрязнения (ЗАЗ) определяется с учетом специфических особенностей источника и высоты выброса.

Высота выброса загрязняющих компонентов организованным источником зависит от размеров трубы и подъема факела выброса под влиянием разности температур Δt в устье источника и в окружающей атмосфере на уровне устья. Для учета подъема факела используется поправка:

$$\varphi=1+\Delta t/75^{\circ}\text{C}$$

Зоной активного загрязнения является:

круг с центром в источнике и радиусом $r=50\cdot h$ для труб высотой $h<10$ м;

кольцо с внутренним радиусом $r_{внутр}=2\cdot\varphi\cdot h$ и внешним радиусом $r_{внеш}=20\cdot\varphi\cdot h$ для организованных источников высотой $h\geq 10$ м.

Низкие неорганизованные источники имеют зону активного загрязнения, ограниченную замкнутой кривой, отстоящей от ближайшей точки границы источника на расстоянии одного километра. Зона активного загрязнения неорганизованных источников с высотой h расположена на территории, ограниченной кривой, расстояние от любой точки которой до ближайшей точки границы источника равняется $20h$. В большинстве случаев зона активного загрязнения неоднородна и состоит из территорий, занятых различными реципиентами. Общую площадь ЗАЗ следует разделить на участки площадью S_j , каждый из которых соответствует одному из типов территорий, при этом

$$S_{\text{заз}}=\sum_{j=1}^I S_j$$

Дифференциация территорий проводится с учетом характера

расположенных на них реципиентов и различия экономических последствий загрязнения единицы площади каждого типа одинаковым количеством условного вещества (оксида углерода). Значения показателей относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов σ приведены в табл.2.1. С учетом состава территорий и их площадей показатель относительной опасности загрязнения ЗАЗ в целом может быть получен как

$$\sigma_{\text{заз}}^{\text{возд}} = \sum_{j=1}^I (S_j/S_{\text{заз}}) \sigma_j^{\text{возд}}$$

Таблица 2.1

Значение показателей относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха

Тип территории	Тип загрязненной территории	$\sigma_j^{\text{возд}}$
1.	Территории курортов, санаториев, заповедников, заказников	10
2.	Территории пригородных зон отдыха, садовых и дачных участков	8
3.	Территории населенных мест с известной плотностью населения n чел./га	0,1·n
4.	Территории населенных мест с известной плотностью пребывания населения P чел.ч/га	$P:35000$
5.	Центральная часть города с населением свыше 300 тыс. чел.	8
6.	Территории промышленных предприятий и промузлов	4
7.	Леса I-й группы	0,2
8.	Леса II-й группы	0,1
9.	Леса III-й группы	0,025
10.	Пашни обычные, южные зоны (южнее 50 с.ш.)	0,25
11.	Пашни орошаемые, южные зоны (южнее 50 с.ш.)	0,5
12.	Пашни обычные, центральный черноземный район, южная Сибирь	0,3
13.	Пашни орошаемые, центральный черноземный район, южная Сибирь	0,3
14.	Пашни обычные, прочие районы	0,1
15.	Пашни орошаемые, прочие районы	0,2
16.	Сады, виноградники обычные	0,5
17.	Сады, виноградники орошаемые	1,0
18.	Пастбища, сенокосы обычные	0,05
19.	Пастбища, сенокосы орошаемые	0,1

Степень воздействия вредных веществ на реципиентов зависит от характера рассеивания примесей в атмосфере, являющегося функцией: геометрической высоты устья источника по отношению к среднему

уровню ЗАЗ, h [м]; уровня теплового подъема факела выброса в атмосферу φ ; среднегодового значения модуля скорости ветра на уровне флюгера U [м/с] ($U=3$ м/с, если скорость ветра неизвестна); скорости оседания частиц V [см/с] или фактического эксплуатационного значения коэффициента очистки (улавливания) η [%], если распределение годовой массы выброса частиц по фракциям в зависимости от скорости оседания частиц неизвестно.

Величина поправки на характер рассеивания примесей является:

$$f=f_1=(100/(100+\varphi h))\cdot(4/(1+U))$$

при рассеивании газообразных частиц или при скорости оседания $V < 1$ см/с, или при значении коэффициента очистки $\eta \geq 90\%$;

$$f=f_2=(1000/(60+\varphi h))0,5\cdot(4/(1+U))$$

при скорости оседания $1 \text{ см/с} \leq V \leq 20 \text{ см/с}$ или при значении коэффициента очистки $70\% \leq \eta < 90\%$;

$$f=f_3=10$$

при скорости оседания $V > 20$ см/с или при значении коэффициента очистки $\eta < 70\%$.

Значения величин предельно допустимых концентраций, показателей агрессивности A_i , показателей относительной опасности a_i и поправок λ_i ; α_i ; β_i ; δ_i для некоторых распространенных видов примесей воздуха приведены в табл.2.2.

Таблица 2.2

Предельно допустимые концентрации, показатели агрессивности и опасности некоторых примесей в атмосферном воздухе

	ПДК _{сс} , мг/м ³	ПДК _{рз} , мг/м ³	a_i усл, т/т	λ_i	α_i	β_i	δ_i	A_i
Оксид углерода	3	20	1	1	1	1	1	1
Летучие низкомолекулярные углеводороды (в пересчете на углерод)	1,5	100	0,63	1	1	2(5)	1	1,3(3,2)
Ацетон	0,35	200	0,93	1	1	2(5)	1	1,9(4,6)
Аммиак	0,2	20	3,87	1	1	1	1,2	4,6
Пыль нетоксичная	0,15	10	6,3	1	2	1	1,2	15,1
Диоксид серы	0,05	10	11,0	1	1	1	1,5	16,5
Диоксид азота	0,085	5	11,9	1	1	1	1,5	17,9
Древесная пыль, цемент, фосфорит, нефелин, кокс, бокситы, глина, абразивы, асбоцемент	0,15	6	8,16	1	2	1	1,2	19,6
Асбест природный и	0,15	2	14,1	1	2	1	1,2	33,8

искусственный								
Сероводород	0,008	10	27,4	1	1	1	1,5	41,1
Пыль углерода, сажа	0,05	4	17,3	1	2	1	1,2	41,5
Серная кислота	0,1	1	24,5	1	1	1	2	49,0
Диоксид кремния	0,05	1	34,5	1	2	1	1,2	83,2
Хлор	0,03	1	44,7	1	1	1	2	89,4
Цианистый водород	0,01	0,3	141	1	1	1	2	282
Никель и его оксиды	0,001	0,5	346	1	5	1	1	1730
Соединение шестивалентного хрома в пересчете на Cr ₂ O ₃	0,0015	0,01	2000	1	5	1	1	10000

Продолжение табл. 2.2.

	ПДК _{сс} , мг/м ³	ПДК _{рз} , мг/м ³	a _i усл, т/т	λ _i	α _i	β _i	δ _i	A _i
Неорганическое соединение ртути в пересчете на ртуть	0,0003	0,01	4472	1	5	1	1	22400
Неорганическое соединение свинца в пересчете на свинец	0,0003	0,01	4472	1	5	1	1	22400
3,4-бенз(а)-пирен	10 ⁻⁶	1,5·10 ⁻⁴	6,3·10 ⁵	1	2	1	1	126000

Примечание: приведенные значения λ_i и A_i соответствуют случаю выброса загрязнителей в зонах с количеством осадков свыше 400 мм в год; в более засушливых зонах величину λ_i принимают равной 1,2 для аэрозолей; значения β_i и соответственно A_i в скобках даются для районов южнее 45 град. с. ш.

Таблица 2.3

Значения величин показателя относительной агрессивности A_i для некоторых распространенных видов пылей сложного состава

Вид пыли	усл.т/т
1. Пыль гипса, известняка	25
2. Пыль талька	35
3. Каменноугольная пыль	40
4. Пыль цементных производств, в среднем	45
5. Зола торфов, в среднем	60
6. Зола углей:	
березовских, назаровских, ангренских	60
донецких, подмосковных	70
кузнецких, экибастузских, карагандинских	80
7. Пыль слюды	70
8. Коксовая и агломерационная пыль, в среднем	100
9. Твердые частицы, выбрасываемые дизелями, топками и иными установками, сжигающими мазуты	200
10. Твердые частицы, выбрасываемые двигателями внутреннего сгорания, работающими на неэтилированном бензине	300

11.То же на этилированном бензине	500
12.Пыль никелевого агломерата	600

Оценка площади загрязнения водных объектов

Площадь нефтяного загрязнения земель и водных объектов может быть определена:

- методом экспертных оценок;
- инструментальным методом;
- методом аэрофотосъемки.

Оценка степени загрязнения водных объектов

Степень загрязнения водных объектов определяется массой растворенной и (или) эмульгированной в воде нефти.

Масса нефти, загрязняющей толщу воды, рассчитывается по формулам ИПТЭР:

для водоемов

$$M_{н.в-м} = 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot M_p (C_n - C_\phi),$$

для водотоков

$$M_{н.в-к} = 8,7 \cdot 10^{-4} \cdot M_p (C_n - C_\phi)$$

Концентрация насыщения C_n принимается по табл. 2.4, в зависимости от типа водного объекта.

Таблица 2.4

Концентрация насыщения воды нефтью

Тип водного объекта	Концентрация насыщения C_n , г/м ³
Водоем	26
Водоток	122

Данные о фоновой концентрации C_ϕ могут быть получены в местных органах, контролирующих водные объекты, или определены по результатам лабораторных анализов проб воды, отобранных вне зоны загрязнения.

Масса M_p нефти, разлитой на поверхности водного объекта, определяется одним из следующих способов:

- по балансу количества нефти, вылившейся из магистрального нефтепровода при аварии, и ее распределения по компонентам окружающей природной среды;

- по результатам инструментальных измерений на загрязненной

нефтью поверхности водного объекта;

по количеству нефти, собранной нефтесборными средствами при ликвидации аварийных разливов.

В случае, если определение массы разлитой на водной поверхности нефти производится несколькими способами, дающими разные результаты, в расчет включается большая величина.

Для получения предварительных данных может использоваться метод экспертных оценок загрязнения водных объектов без применения его в расчетах ущерба окружающей среде.

Расчет массы разлитой на поверхности водного объекта нефти по балансу ее количества производится по формуле:

$$M_p = M - M_n - M_{un}$$

При использовании данных инструментальных измерений расчет массы нефти, поступившей в водный объект, производится по формуле:

$$M_p = (m_p - m_\phi)F_n \cdot 10^{-6} + (C_p - C_\phi)V_p \cdot 10^{-6}$$

Для получения данных инструментальных измерений, входящих в эту формулу, необходимо:

в 4...6 точках разлива произвести отбор нефти пробоотборников с известной площадью поперечного сечения.

Точки отбора проб выбираются так, чтобы 2...3 из них находились ближе к центру разлива, а другие 2...3 – на его периферии. Из отобранных проб составляется общая проба, в которой весовым методом определяется масса нефти. По найденной массе рассчитывается масса m_p ;

в точках, в которых производится отбор нефти, с глубины 0,3 м отбираются пробы воды для определения концентрации C_p растворенной и эмульгированной в воде нефти;

в 1...2 точках поверхности водного объекта, не подверженных влиянию разлива нефти, пробоотборником с известной площадью поперечного сечения отбираются пробы воды для определения наличия на ней нефти и ее массы. По найденной массе рассчитывается масса m_ϕ ;

в точках, в которых производится отбор проб воды для нахождения массы m_ϕ , отбираются пробы воды с глубины 0,3 м для определения фоновой концентрации C_ϕ нефтепродуктов в воде (отбор проб воды производится в случаях, когда данные о фоновой концентрации в месте разлива нефти не известны).

На основе экспертных оценок характера поверхности воды и внешних признаков нефтяной пленки расчет массы разлитой на

поверхности водного объекта нефти производится по формуле:

$$M_p = (m_p - m_\phi) F_n \cdot 10^{-6}$$

Значения m_p и m_ϕ при оценке массы разлитой нефти данным способом принимаются по табл. 2.5.

Способ экспертных оценок может применяться в случаях, когда толщина слоя нефти в месте разлива значительно меньше 1 мм.

Для водоемов допускается проведение контрольных замеров фактических концентраций эмульгированной и растворенной нефти под поверхностью разлива, а также толщины загрязненного слоя воды водного объекта после проведения мероприятий по сбору разлитой нефти.

Таблица 2.5

Масса нефти на 1 м² водной поверхности при различном внешнем виде нефтяной пленки

Внешние признаки нефтяной пленки	Масса нефти на 1 м ² водной поверхности, г
Чистая водная поверхность без признаков опалесценции (отсутствие признаков цветности при различных условиях освещенности)	0
Отсутствие пленки и пятен, отдельные радужные полосы, наблюдаемые при наиболее благоприятных условиях освещения и спокойном состоянии водной поверхности	0,1
Отдельные пятна и серые пленки серебристого налета на поверхности воды, наблюдаемые при спокойном состоянии водной поверхности, появление первых признаков цветности	0,2
Пятна и пленки с яркими цветными полосами, наблюдаемыми при слабом волнении	0,4
Нефть в виде пятен и пленки, покрывающая значительные участки поверхности воды, не разрывающиеся при волнении, с переходом цветности к тусклой мутно-коричневой	1,2
Поверхность воды покрыта сплошным слоем нефти, хорошо видимой при волнении, цветность темная, темно-коричневая	2,4

Масса пленочной нефти, оставшейся на водной поверхности после проведения обязательных мероприятий по ликвидации последствий разливов нефти, рассчитывается по формуле:

$$M_{нл.ост.} = m_{нл.ост.} \cdot F_{н.ост.}$$

Значение $m_{нл.ост.}$ принимается по табл. 2.5.

Масса нефти, принимаемая для расчета платы за загрязнение водного объекта при авариях на магистральных нефтепроводах M_y , рассчитывается по формуле:

$$M_y = M_n + M_{пл.ост.}$$

Если в результате проведения мероприятий пленочная нефть полностью удалена, то второе слагаемое формулы принимается равным нулю.

3. Словарь понятий

Экологический паспорт промышленного предприятия – нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием природных ресурсов и степень его воздействия на окружающую среду

Убытки – потери в народном хозяйстве трудовых, материальных, финансовых и природных ресурсов, связанных с необходимостью ликвидации отрицательных последствий, связанных нарушением водного законодательства.

Загрязнение водных объектов – изменение состава воды в водных объектах под прямым или косвенным влиянием производственной или другой деятельности и бытового использования населением, в результате чего качество воды водных объектов не удовлетворяет требованиям, предъявляемым «Правилами охраны поверхностных вод».

Залповый сброс загрязняющих веществ – сброс загрязняющих веществ в концентрациях в 100 и более раз превышающих установленные.

Установившийся сброс загрязняющих веществ – любой сброс, не являющийся залповым.

Фоновый уровень – значение показателей качества воды водотока до поступления в него загрязняющих веществ от источника загрязнения.

4. Материалы, используемые в процессе обучения

4.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

- 1) Экологическая паспортизация объектов нефтегазового строительства: цели, задачи и этапы
- 2) Порядок экологической паспортизации объектов

- 3) Экологический паспорт предприятия.
- 4) Укрупненная оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы
- 5) Оценка площади и степени загрязнения водных объектов

4.2. Задание к практическому занятию

Подсчет убытков причиненных государству при залповом и установившемся сбросом нефтепродуктов в водный объект

Цель работы: на основании методики подсчета убытков, причиненных государству при загрязнении водных объектов, рассчитать ущерб, связанный с залповым и установившемся сбросом нефтепродуктов.

Общие сведения

Техногенные катастрофы, возникающие при эксплуатации магистральных нефтепроводов, наносят значительный ущерб природным ресурсам при попадании нефти в окружающую среду.

Этот ущерб наносит многообразный характер и проявляется как в производственной сфере (промышленности, сельском и рыбном хозяйстве), так и в непромышленной (здравоохранении, жилищно-коммунальном хозяйстве) сокращение рекреационной ценности природных ландшафтов.

По характеру проявления, ущерб (убытки) причиняемые окружающей среде, может быть прямым (видимым, в случае гибели рыбы, птиц) и косвенным (скрытым), который проявляется через значительный промежуток времени в виде снижения биологической продуктивности водного объекта, потерь ценных видов животного и растительного мира, рыб и других водных животных и растений.

В связи со сложностью определения всех последствий от нарушения водного законодательства, оценка убытков причиненных государству этим нарушением, принимается по приведенным затратам, необходимым для устранения отрицательных последствий.

Методика подсчета убытков, причиненных государству нарушением водного законодательства, разработана Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды от 26 ноября 1992 г.»

На основании этой методики, затраты, характеризующие величину

убытков, причиненных государству, определены исходя из объема воды, загрязненной в результате сброса загрязняющих веществ и удельных приведенных затрат на очистку воды до предельно-допустимых концентраций, установленных для данной категории водного объекта.

Методика

Размер убытков при загрязнении водного объекта зависит от времени нахождения в воде загрязнителя.

Размер убытка в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения, устанавливается по формулам:

$$Y_{i,CH}^Z = Y_i^Z \left(1 - \sum \frac{\alpha_i}{100} \cdot K_{i,CH}\right), \quad (1) \text{ или}$$

$$Y_{i,CH}^Y = Y_i^Y \left(1 - \sum \frac{\alpha_i}{100} \cdot K_{i,CH}\right), \quad (2)$$

где $Y_{i,CH}^Z$ – величина убытков, в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения при залповом сбросе i -го загрязненного вещества в водный объект, тыс. у.е.

$Y_{i,CH}^Y$ – величина убытков, в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения при установившемся сбросе i -го загрязняющего вещества в водные объекты, тыс. у.е.

Δp_i и α_i – масса и процент собранного загрязняющего вещества за каждый i -ый промежуток времени сброса загрязнений в течение всего периода, подтвержденные соответствующими документами.

α_i – определяются по формуле:

$$\alpha_i = \frac{\Delta p \cdot 100}{p}, \% \quad (3)$$

$K_{i,CH}$ – коэффициент снижения величины убытка при принятии мер по ликвидации последствий загрязнения, определяемые по табл. 4.2.1 в зависимости от времени, прошедшего от окончания сброса до окончания массы сброса загрязняющего вещества.

Подсчет убытков, причиненных государству при загрязнении водных объектов:

при залповом сбросе загрязненных веществ:

$$Y_i^Z = Z_i^Z \cdot K_{кат}, \quad (4)$$

при установившемся сбросе загрязняющих веществ:

$$Y_i^Y = Z_i^Y \cdot K_{кат}, \quad (5)$$

где Y_i^Z – величина убытков от загрязнения водных объектов при залповом

сбросе i -го загрязняющего вещества с учетом категории водного объекта, тыс. у.е.;

$У_i^y$ – величина убытков от загрязнения водных объектов при установившемся сбросе i -го загрязняющего вещества, тыс. у.е. (принимается по таблице);

$З_i^s$ – величина убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе i -го загрязняющего вещества, тыс. у.е. (принимается по таблице);

$З_i^y$ – величина убытков от загрязнения водных объектов при установившемся сбросе i -го загрязняющего вещества, тыс. у.е. (принимается по таблице);

$З_i^y$ и $З_i^s$ – определяется в зависимости от массы загрязняющего вещества P_i по табл. 1,2 прил.1.

$K_{кат}$ – коэффициент, учитывающий категорию водного объекта, в который сбрасываются загрязняющие вещества.

Таблица 4.2.1

Зависимость коэффициента $K_{кат}$ от категории водного объекта, в который сбрасываются загрязняющие вещества

Категория водного объекта	$K_{кат}$
1. Поверхностные водоемы и водотоки, используемые для рыбохозяйственных целей, децентрализованного или нецентрализованного хозяйственного питьевого водоснабжения населения, а также водоснабжения пищевых предприятий	1,1
2. Другие водные объекты	0,6

Определение массы сброшенных загрязняющих веществ, принимаемой для подсчета убытков от загрязнения водных объектов:

$$P_i = V_i (K_i^{\text{факт}} - K_i^{\text{доп}}) \cdot 10^{-6}, \text{т} \quad (6)$$

при $K_i^{\text{факт}} > K_i^{\text{доп}}$

где P_i – масса сброшенного i -го вида загрязняющего вещества, учитываемая при подсчете убытков, т;

V_i – объем сточных вод с превышенным содержанием i -го загрязняющего вещества, м³;

$K_i^{\text{факт}}$ – средняя за период сброса концентрация i -го загрязняющего вещества в контрольной точке, фактически зафиксированная в процессе нарушения водного законодательства, мг/л (г/м³);

$K_i^{доп}$ – допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в контрольной точке, мг/л ($г/м^3$);

i – вид загрязняющего вещества.

Определение массы разлитой нефти по инструментальным наблюдениям с учетом фонового загрязнения производится по формуле:

$$P_H = (P_{пл.разл.} - P_{пл.фон}) \cdot S_H \cdot 10^{-6} + (C_{разл.} - C_{фон}) \cdot V \cdot 10^{-6}, \quad (7)$$

где P_H – масса разлитой нефти;

$P_{пл.разл.}$ – масса пленочной нефти на $1 м^2$ разлива, $г/м^2$;

$P_{пл.фон}$ – масса пленочной нефти на $1 м^2$ акватории, не подверженной влиянию разлива, $г/м^2$;

S_H – площадь нефтяного разлива, $м^2$;

$C_{разл.}$ – концентрация растворенной в воде нефти на глубине 1 м, $г/м^3$;

$C_{фон}$ – концентрация растворенной в воде нефти на глубине 1 м за время, предшествующее разливу, $г/м^3$;

V_H – объем воды, загрязненной растворенной нефтью, равен $1м$

Пример расчета

Рассмотрим пример решения следующей задачи:

В результате аварии нефтепровода в водохранилище произведен залповый сброс нефтепродуктов $P_H=130$ т. За 8 суток ($t=8 \times 24=192$ часа) после прекращения сброса было собрано $\Delta P=104$ т нефти, т.е. процент собранных нефтепродуктов от общего состава: $\alpha=(104 \times 100)/130=80\%$.

При этом документами подтверждено, что за период $t_1=6$ часов, после прекращения сброса собрано $P_1=26$ т, ($\alpha_1 = \frac{P_1}{P_H} \cdot 100 = \frac{26}{130} \cdot 100\% = 20\%$), а за

следующие 6 часов ($t_2=t_1+n=12$ часов), было собрано 19т нефти

($\alpha_2 = \frac{P_2}{P_H - P_1} \cdot 100\% = 18,3\%$). $\alpha_3 = \frac{\Delta P - P_1 - P_2}{P_H - P_1 - P_2} \cdot 100\%$; $\alpha_3 = \frac{104 - 26 - 19}{130 - 26 - 19} \cdot 100\% = 69,4\%$

Найти величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории и в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения.

Найдем по формуле (3) процент собранного загрязняющего вещества за каждый i -ый промежуток времени сброса загрязнений в течение всего периода, подтвержденные соответствующими документами ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$)

По табл. 4 (Приложение 1) устанавливаем коэффициент снижения опасности ($K_{ен}$):

при $t_1=6$ час $K_{сн}^1=0,8$,

при $t_2=12$ час, $K_{сн}^2=0,65$,

при $t_3=192$ час $K_{сн}^3=0,266$

По табл. 1 приложения при $P_H = 130$ т находим $Z_H^3 = 3904,5$ тыс. у.е.

При $K_{кат} = 1,1$ (см.табл.4.2.1) по формуле (4) найдем величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории:

$$Y_H^3 = Z_H^3 \cdot K_{кат} = 3904,5 \cdot 1,1 = 4294,9 \text{ тыс. у.е.}$$

Таким образом, по формуле (1) размер убытка в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения рассчитывается как:

$$Y_{i,сн} = Y_H^3 \cdot \left(1 - \frac{\alpha_1}{100} \cdot K_{сн}^1 - \frac{\alpha_2}{100} \cdot K_{сн}^2 - \frac{\alpha_3}{100} \cdot K_{сн}^3\right)$$
$$Y_{i,сн} = 4294,9 \cdot \left(1 - \frac{20}{100} \cdot 0,8 - \frac{18,3}{100} \cdot 0,65 - \frac{69,4}{100} \cdot 0,266\right) = 2319,25 \text{ тыс. у.е.}$$

Порядок оформления практической работы

- 1) Название работы
 - 2) Цель работы
 - 3) Краткая теоретическая часть (необязательна)
 - 4) Условие задания
 - 5) Ход работы
- Расчет ущерба при загрязнении водного объекта
Описание аварийной ситуации
- 6) Выводы по работе

Варианты заданий к практической работе:

А. В результате аварии нефтепровода в водный объект произведен залповый сброс нефтепродуктов P_n , т. За t суток после прекращения сброса было собрано ΔP , т нефти. При этом соответствующими документами подтверждено, что за период t_1 , после прекращения сброса собрано P_1 , т, а за следующие n часов ($t_2= t_1+ n$), было собрано P_2 , т. нефти. Найти величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории и в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения.

Таблица 4.2.2

Данные к практическому заданию

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_n , т	110	160	50	75	200	140	50	75	200
t , сут.	8	10	1	2	3	8	1	2	3
ΔP , т	90	130	35	50	170	110	35	50	170
t_1 , ч	6	8	10	8	16	8	10	8	16
P_1 , т	21	40	10	10	100	60	10	10	100
n , ч	10	15	12	16	15	14	13	12	11
P_2 , т	19	40	8	10	50	30	10	15	60

Б. В результате аварии на нефтеперегонном заводе в поверхностный водоем произведен залповый сброс нефтепродуктов P_n . За t суток после прекращения сброса было собрано ΔP , т. нефти. При этом соответствующими документами подтверждено, что за период t_1 , часов, после прекращения сброса собрано P_1 , т, а за следующие n часов, было собрано P_2 , т. нефти. Найти величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории и в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения.

Таблица 4.2.3

Данные к практическому заданию

вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P_n , т	100	110	120	130	140	150	160	170	180
t , сут.	6	7	7	8	8	9	9	10	10
ΔP , т	95	100	105	105	110	110	120	120	130
t_1 , ч	8	8	9	9	10	10	11	11	12
P_1 , т	25	30	30	40	40	50	50	50	60
n , ч	12	12	13	13	14	14	15	15	15
P_2 , т	12	16	20	20	30	30	40	50	60

В. В результате аварии нефтепровода в рыбохозяйственный водоем произведен залповый сброс нефтепродуктов P_n . За 5 суток после прекращения сброса было собрано ΔP , т. нефти. При этом соответствующими документами подтверждено, что за период t_1 , часов, после прекращения сброса собрано P_1 , т., а за следующие n часов, было собрано P_2 т. нефти. Найти величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории и в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения.

Таблица 4.2.4

Данные к практическому заданию

вариант	19	20	21	22	23	24	25	26	27
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----

P_H, T	75	80	80	85	90	90	90	95	100
$t, \text{сут.}$	5	5	6	6	7	7	8	9	9
$\Delta P, T$	71	73	75	80	80	85	85	90	90
$t_1, \text{ч}$	12	13	13	14	14	15	15	16	16
P_1, T	35	40	40	40	50	50	50	50	50
$n, \text{ч}$	20	20	21	16	15	14	13	12	11
P_2, T	20	30	32	30	20	30	30	35	35

Приложение

Таблица 1

Определения величины убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефтепродуктов (Z_H^3)

P_H, T	$Z_H^3, \text{тыс. у.е.}$	P_H, T	$Z_H^3, \text{тыс. у.е.}$	P_H, T	$Z_H^3, \text{тыс. у.е.}$
0,10	19,67	6,00	209,95	400	11970,00
0,11	20,81	7,50	247,00	450	13442,50
0,13	22,33	9,00	285,00	500	14915,00
0,16	25,65	10,00	311,60	550	16387,50
0,20	28,50	11,00	342,95	600	17850,00
0,25	32,21	13,00	402,80	650	19285,00
0,30	36,10	16,00	494,00	700	20710,00
0,35	38,67	20,00	614,65	750	22135,00
0,40	42,47	25,00	769,50	800	23560,00
0,50	47,69	30,00	916,75	900	26505,00
0,60	52,25	35,00	1068,75	1000	29450,00
0,75	58,62	40,00	1216,00	1100	32395,00
0,90	65,74	50,00	1515,25	1300	38285,00
1,00	70,30	60,00	1814,50	1500	44175,00
1,10	73,91	75,00	2261,00	1600	47120,00
1,30	82,75	90,00	2707,50	1800	53010,00
1,60	92,06	100,00	3006,75	2000	57190,00
2,00	103,08	110,00	3281,30	2500	73625,00
2,50	116,85	130,00	3904,50	3000	88350,00
3,00	133,00	160,00	4803,20	3500	103075,00
3,50	143,97	200,00	5999,25	4000	117800,00
4,00	157,70	250,00	7493,60	4500	132525,00
5,00	183,35	300,00	8987,00	5000	147250,00
		350,00	10478,50		

Примечание: для определения промежуточных значений Z_H^3 , не вошедших в таблицу, рекомендуется применять интерполяцию между ближайшими значениями Z_H^3 .

При значениях $P_H < 0,10$ т величину убытков (Z_H^S) следует определять (в тыс. у.е.) по формуле:

$$Z_H^S = 196,7 \text{ (тыс. у.е. /т)} * P_H \text{ (т)}$$

Таблица 2

Таблица для определения величины убытков от загрязнения водных объектов при установившемся сбросе нефтепродуктов (Z_H^Y)

P_H , т	Z_H^Y , тыс. у.е.	P_H , т	Z_H^Y , тыс. у.е.	P_H , т	Z_H^Y , тыс. у.е.
0,10	2,66	4,00	120,36	130	82,75
0,11	2,74	5,00	13,84	160	92,06
0,13	2,89	6,00	15,18	200	103,08
0,16	3,08	7,50	17,00	250	116,85
0,20	3,30	9,00	18,64	300	133,00
0,25	3,53	10,00	19,67	350	143,45
0,30	3,74	11,00	20,81	400	157,70
0,35	3,93	13,00	22,33	500	183,35
0,40	4,09	16,00	25,65	600	209,95
0,50	4,39	20,00	28,50	750	247,00
0,75	5,29	25,00	32,21	900	285,00
0,90	5,80	30,00	36,10	1000	311,60
1,00	6,12	35,00	38,67	1100	342,95
1,10	6,42	40,00	42,47	1300	402,80
1,30	6,97	50,00	47,69	1500	495,00
1,60	7,77	60,00	52,25	1800	615,60
2,00	8,70	75,00	58,62	2000	769,50
2,50	9,75	90,00	65,74	3000	916,75
3,00	10,69	100,00	70,31	3500	1068,75
3,50	11,58	110,00	73,91	4000	1216,00
				5000	1515,25

Примечание: для определения промежуточных значений Z_H^Y , не вошедших в таблицу, рекомендуется применять интерполяцию между ближайшими значениями Z_H^Y .

При значениях $P_H < 0,10$ т величину убытков (Z_H^Y) следует определять (в тыс. у.е.) по формуле:

$$Z_H^Y = 26,6 \text{ (тыс. у.е. /т)} * P_H \text{ (т)}$$

При значениях $P_H > 5000$ т величину убытков (Z_H^Y) следует

определять (в тыс. у.е.) по формуле:

$$Z_H^y = 0,303 (\text{тыс. у.е. / м}) * P_H (m)$$

Таблица 3

Масса нефти на 1 м² водной поверхности при различном внешнем виде нефтяной пленки

№ п/п	Внешние признаки нефтяной пленки	Масса нефти (г) на 1 м ² водной поверхности
1.	Чистая водная поверхность без признаков опалесценции (отсутствие признаков цветности при различных условиях освещенности).	0

Продолжение табл. 3

№ п/п	Внешние признаки нефтяной пленки	Масса нефти (г) на 1 м ² водной поверхности
2.	Отсутствие пленки и пятен, отдельные радужные полосы, наблюдаемые при наиболее благоприятных условиях освещения и спокойном состоянии водной поверхности.	0,1
3.	Отдельные пятна и серые пленки серебристого налета на поверхности воды, наблюдаемые при спокойном состоянии водной поверхности, появление первых признаков цветности.	0,2
4.	Пятна и пленки с яркими цветными полосами наблюдаемые при слабом волнении.	0,4
5.	Нефть в виде пятен и пленки, покрывшая значительные участки воды поверхности воды, не разрывающаяся при волнении, с переходом цветности к тусклой мучно-коричневой.	1,2
6.	Поверхность воды покрыта сплошным слоем нефти, хорошо видимая при волнении, цветность темная, темно-коричневая.	2,4

Таблица 4

Снижение величины убытков в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения водных объектов, в зависимости от времени проведения этих работ

<i>t</i> ликвидации загрязнения, ч	Коэффициент снижения величины убытков, $K_{i,CH}$
До 6 включительно	0.800
более 6 до 12 включительно	0.650
—““— 12 до 18 —““—	0.500
—““— 18 до 24 —““—	0.463
—““— 24 до 30 —““—	0.434
—““— 30 до 36 —““—	0.412

—““— 36 до 48 —““—	0.368
—““— 48 до 60 —““—	0.364
—““— 60 до 72 —““—	0.346
—““— 72 до 84 —““—	0.331
—““— 84 до 96 —““—	0.320
—““— 96 до 108 —““—	0.310
—““— 108 до 120 —““—	0.301
—““— 120 до 132 —““—	0.293
—““— 132 до 144 —““—	0.287
—““— 144 до 156 —““—	0.280
—““— 156 до 168 —““—	0.275

Продолжение табл. 4

—““— 168 до 180 —““—	0.270
—““— 180 до 192 —““—	0.266
—““— 192 до 204 —““—	0.262
—““— 204 до 216 —““—	0.258
—““— 216 до 228 —““—	0.254
—““— 228 до 240 —““—	0.250

Примечание: время ликвидации загрязнения вод (t) рассчитывается как разница между временем, прошедшим с момента окончания сброса и временем окончания ликвидации загрязнения вод.

Контрольные вопросы:

Что называется убытком?

Что такое загрязнение водного объекта?

Какой сброс загрязняющих веществ называется залповым, установившимся?

Что такое фоновый уровень?

Что такое α_i и как оно определяется?

Что такое $K_{i,CH}$ и от чего он зависит?

Что такое $K_{кат}$?

Как находится величина убытков $y_i^з$ от загрязнения водных объектов при залповом сбросе i -го загрязненного вещества с учетом категории водного объекта?

Как находится величина убытков $y_{i,CH}^y$, в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения при установившемся сбросе i -го загрязняющего вещества в водные объекты?

Литература:

- 1.ГОСТ 17.00.04-90 Экологический паспорт предприятия.
2. Охрана окружающей среды Учеб. для ВУЗов/ под ред. С.В. Белова.– М., 1991.– 320с.
- 3.А.А. Челноков, А.Ф. Ющенко. Основы промышленной экологии: Учебное пособие. Мн., 2001.-343с.
3. Сборник нормативных документов по вопросам ООС, вып. 9,14.- Мн., 1995,1996.

МОДУЛЬ 18
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НЕФТЕГАЗОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПО
ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩИМ КРИТЕРИЯМ
ВВЕДЕНИЕ

Основная задача совершенствования технологических процессов строительства, включая строительные машины и механизмы, тяжелый транспорт (трубовозы и т.п.) и транспортно-технологические средства, состоит в уменьшении или ликвидации техногенных воздействий на окружающую природную среду при производстве работ, обслуживании и ремонте.

Схема изучения нового материала

Тема занятий	Цель занятий	Вид занятий	Количество часов
1. Снижение техногенных строительных воздействий за счёт индустриализации нефтегазового строительства	Изучение нового материала	Лекция	1
2. Снижение техногенных строительных воздействий за счёт совершенствования организационных форм строительства	Углубление и систематизация учебного материала	Лекция	1

Основы научно – теоретических знаний по модулю

1. Изучение необходимости совершенствования технологических процессов нефтегазового строительства по природосберегающим критериям

Чтобы уменьшить техногенные воздействия технологических процессов строительства, их надо знать. Необходимо определить для каждой экологическую характеристику технологии. Ее необходимо сопоставить с экологическим регламентом для района производства работ. Ее необходимо сопоставить с экологическим регламентом для района производства работ. Анализируя показатели состояния компонентов в районе строительства (концентрации вредных веществ, допустимые уровни нагрузок на ландшафты, почворастительные покровы, отведенные под строительство площади) и сопоставляя их с теми же характеристиками паспорта технологии, делают вывод о допустимости или недопустимости

данной технологии, или ограниченной ее допустимости при условиях проведения адаптации технологии к природно-региональным и экологическим ограничениям условиям технологической операции, качественной и количественной характеристике ее воздействий на компоненты природной среды, с которыми технология непосредственно контактирует в процессе выполнения операции, обслуживания и ремонта. Этим целям служит экологический паспорт технологического процесса, который может быть разработан и для отдельной строительной машины, и для транспортного средства.

Экологическая паспортизация технологий строительства включает определение механовооруженности элементарных операций и всей технологии в целом; разработку матриц воздействий элементарных технологий на компоненты природной среды; расчет суммарных воздействий по каждому виду воздействий и каждому компоненту природной среды.

Для каждой применяемой машины, оборудования определяются характеристики воздействий: давление на грунт при полной нагрузке; коэффициент бульдозерного эффекта опорно-двигательной части; выбросы (состав и количество) в атмосферу вредных веществ; потребление водных ресурсов, других ресурсов (ГСМ и др.); наличие и состав стоков; твердых отходов; шумовое воздействие; наличие и уровень полей и излучений; отвод земли под технологическую стоянку; потребное техобслуживание и т.д. Всего для экологического паспорта технологий применяется 22 показателя.

Наибольшие техногенные воздействия определяет суммарная транспортно-технологическая нагрузка на строительную полосу, площадку, определяемая для каждой технологии как функция давления на грунт каждого механизма или автомашины, потребное число проездов, суммарной нагрузки (общая масса перевезенных грузов и техники), с учетом бульдозерного эффекта и общей продолжительности транспортно-технологических операций.

Доминирующим источником строительного техногенеза является воздействие опорно-двигательных устройств (колес, гусениц и др.).

Определены наиболее перспективные движители для создания экологически безопасных внедорожных машин (с давлением 5 – 10 кПа). Такими движителями являются шины или пневмокотки низкого (5 – 30 кПа) давления, или комбинации движителей различного типа (колесного, гусеничного, роторно-винтового). На основе этой классификации

разработан параметрический ряд строительных машин, механизмов и транспорта для всех основных технологических операций нефтегазового строительства. Пока таких машин и механизмов на трассах и площадках мало, поэтому используют приемы адаптации технологических процессов к природно-климатическим и регионально-экологическим условиям и ограничениям. Если суммарная транспортно-технологическая нагрузка превышает допустимую, определенную из исследований, или установленную экологическим регламентом для данного региона, то:

устанавливаются сезонно-климатические интервалы, позволяющие вести работы только в периоды минимального экологического риска, т.е. когда почвы и грунты проморожены, укрыты снегом и не разрушаются от технологических процессов строительства;

на этапе опережающей инженерно-экологической подготовки отсыпают грунтовые (специальных конструкций) технологические дороги для выполнения всех экологически опасных операций, а движение вне этих дорог запрещается;

в технологическом цикле заменяются наиболее опасные, с точки зрения техногенеза, операции, технические решения для достижения необходимых (допустимых) параметров;

применяется новое конструктивное решение сооружаемого объекта, позволяющее исключить экологически опасную операцию, например, переносится трасса трубопровода, или изменяется способ его прокладки и др.;

применяется принципиально новое технологическое решение, позволяющее полностью исключить экологический ущерб, или снизить его до допустимого уровня, например, при прокладке подводного перехода трубопровода, вместо традиционной технологии разработки траншеи – протаскивания дюкера – засыпки, применяют технологию направленного бурения ниже границы русловых изменений и в полученную скважину протаскивают затем трубопровод.

Снижение техногенных строительных воздействий за счет индустриализации нефтегазового строительства

Еще один крупный резерв снижения строительного техногенеза состоит в сокращении объемов и сроков строительного-монтажных работ, выполняемых непосредственно на строительной площадке. Это достигается за счет максимальной индустриализации строительства на

основе комплектно-блочного метода и его комплексной механизации.

Природосберегающий эффект методов высокоиндустриального строительства на неосвоенных территориях на Крайнем Севере проявился в полной мере при освоении Ямбургского ГКМ, где было использовано 227 КБУ для укрупненного монтажа наземных сооружений. Ранее этот метод был апробирован с использованием малотоннажных КБУ при освоении нефтегазовых месторождений Среднего Приобья, что позволило в последствии широко внедрить его на Ямбурге. Снижение числа используемых КБУ в проекте освоения Ямала говорит не о частичном отказе от их применения, а о дальнейшем развитии метода – укрупнении КБУ.

Метод КБУ в сочетании с поточно-скоростной организацией строительства позволил на Ямбургской стройке вдвое снизить число одновременно работающих на площадках. Укрупнение КБУ, Применение «суперблоков» в проекте Ямала обеспечивает снижение занятости строителей еще почти вдвое. Отсюда и значительный природоохранный эффект. Работы в экологически неустойчивых районах сводятся к устройству основания, доставке суперблоков и монтажу соединительной арматуры. Сокращаются во много раз основные источники строительного техногенеза – транспортные операции по доставке грузов и людей к месту строительства. Уменьшаются вахтовые поселки, повышается их экологическая безопасность, сокращается отвод земель временного пользования.

Для строителей объемы строительства объектов соцкультбыта составляют примерно столько же, сколько их потребуется на период эксплуатации для технического персонала, т.е. отпадет надобность в строительстве временных вагон-городков. Их заменяют автономные мобильные или быстромонтируемые жилые комплексы пионерного выхода, необходимые только на период инженерно-экологической подготовки строительных площадок.

Показательно, что одним из первых методом КБУ стали строиться природоохранные объекты, входящие в состав промышленных сооружений. К ним относятся блоки: водоснабжения, вентиляции, насосные, обезжелезивания и фторирования воды, канализационно-очистные и др.

Конструкции природоохранных КБУ постоянно совершенствуются. Разработчики сегодня стремятся к тому, чтобы иметь нормальные ряды этих устройств в широком диапазоне их производительности. Это дает возможность широко использовать блочно-комплектные КОС и ВОС не

только в составе нефтегазовых объектов, но и в жилпоселках строителей, автокемпингах, прочих объектах соцкультбыта.

Возможности методов КБУ чрезвычайно широки, на их основе и с использованием технологических схем транспорта нового типа, можно довести заводскую готовность объектов НГК до 90 % и выше, собрать на заводе практически любой объект и вести работы на площадке только к его установке на основании и подключению к сетям. Из зарубежной практики известны случаи изготовления суперблоков массой до 1500 т. Планируется доведение массы КБУ до 3000 т. Верхние ограничения обусловлены необходимостью транспортировки суперблоков на последнем этапе (от воды до места монтажа) возможностями предприятий.

Наиболее перспективным для месторождений Крайнего Севера является комбинированный метод транспортировки, включающий буксировку КБУ и суперблоков по воде на блок понтонах или на баржах и последующую буксировку по суше от места перегрузки до места монтажа на специальном транспорте или по специально подготовленным снеголедовым дорогам, или как их называют, «спецзимникам». Для этого разработана оригинальная технология строительства спецзимника продленного срока действия, позволяющая использовать его для проводки суперблоков до июля – августа включительно.

Таким образом, за счет индустриализации строительства не только сокращаются сроки и объемы работ на стройплощадке, но и снижается потребная площадь отвода земель для технологических целей, и соответственно, площадь нарушенных строительством земель. Эти три фактора, в совокупности, позволили при освоении Ямбурга, снизить площадь нарушенных земель, по сравнению с освоением Уренгойского месторождения, в 2,3 раза.

Снижение техногенных строительных воздействий за счет совершенствования организационных форм строительства

Обобщение опыта сооружения магистральных трубопроводов позволяет констатировать, что существует прямая связь между уровнем и характером техногенного воздействия, с одной стороны, и между уровнем развития организационных форм и методов экономического стимулирования, с другой. К особенностям поточного строительства, позволяющим решать проблему инженерной экологии, относятся:

специализация потока по этапам производственных процессов;

Это дает возможность повысить степень непрерывности и синхронности выполняемых работ и, таким образом, приблизить строительный процесс к конвейерному режиму, что приводит к наращиванию темпов строительства, и как следствие – к сокращению сроков сооружения объектов. С использованием данного фактора стало возможным программировать темпы производства работ, осуществляя строительство в наиболее предпочтительные, с точки зрения природоохранных мероприятий, времена года (для северных районов в зимний период), когда техногенное воздействие на окружающую среду резко снижается.

ориентация на конечную строительную продукцию;

Это сооружение готового к приему нефти или газа участка трубопровода комплексного технологического потока (КТП). При этом он становится производителем всего комплекса работ и, следовательно, основным землепользователем, несущим правовую и экономическую ответственность за экологическое состояние полосы строительства и прилегающих к ней территорий, в результате, исключается «обезличивание» полосы строительства.

функционирование на принципах хозрасчетных отношений;

В этих условиях поток экономически заинтересован в минимизации нарушений почвенно-растительного покрова, уменьшении параметров (сужении) полосы строительства и, таким образом, снижении объемов рекультивационных работ.

сбалансированность строительного производства во временном и пространственном интервалах;

При создании магистральных систем большой протяженности (1000 – 4000 км) эта особенность позволяет оптимизировать сроки строительства и выполнять строительные-монтажные работы в период наименьшего негативного воздействия на окружающую среду. Высокий уровень сбалансированности достигается за счет дальнейшего агрегирования организационных структур и повышения комплексности выполняемых потоком работ.

мобильность структуры потока;

Новые комплексные формирования «конечной продукции» имеют возможность мобильно маневрировать ресурсами отдельных подразделений и всего КТП в целом; сократить потери времени на перебазировку, концентрировать строительную технику и ресурсы на пусковых объектах.

Особенности технологического процесса строительства трубопровода определили необходимость выделения в потоке структурных подразделений (бригад, звеньев), специализированных по этапам производственных процессов. Внутренняя поэтапная специализация потока позволила повысить степень непрерывности и синхронности выполняемых работ, приблизив строительный процесс к конвейерному режиму. В конечном итоге, это привело к наращиванию темпов производства работ (до 20 – 25 км трубопровода в месяц), к сокращению сроков строительства.

Работы природоохранной направленности присутствовали на всех трех этапах.

При такой структуре стало возможным программирование темпов строительства и осуществление производства работ в наиболее предпочтительные, с точки зрения охраны природы и окружающей среды, времена года. Для северных районов это зимний период, когда уровень техногенного воздействия резко снижается из-за промораживания грунта и почвенно-растительного покрова. Внедрение поэтапной специализации подразделений потока, как следует из циклограммы, позволило обеспечить максимальное совмещение этапов по времени на различных участках. В конечном итоге это дало возможность сократить площади земель, отводимых под трассу, строительные площадки, накопители и выполнить весь объем работ на сооружениях участков газопровода только в зимний период с минимальным нарушением почвенного покрова тундры в зоне строительства.

Одним из основных направлений производственно-хозяйственной деятельности потока в новых условиях явилась реализация комплекса природоохранных мероприятий, снижающих затраты материального и вещественного труда без привлечения дополнительных капитальных вложений. К таким мероприятиям относятся: сужение полосы строительства за счет уменьшения площади расчистки трассы; выбор оптимальной транспортной перевозки труб и пригрузов и их разгрузки; выбор оптимальной схемы устройства подъездных и вдоль трассовых проездов; размещение складских площадок и вспомогательных помещений; проектирование оптимальной схемы маневрирования строительной техники, в частности комплексом «Север»; оптимизация траектории прохождения трассы согласно местным природным условиям; рациональное использование древесно-стружечных материалов, полученных в результате расчистки трассы от лесных насаждений;

проведение технической рекультивации непосредственно после окончания основных работ.

Анализ натуральных и стоимостных показателей реализации указанных природоохранных мероприятий в 1989 г. позволил выявить резервы повышения дохода. Так, например, использование установки «Север» в КТП не потребовало специального проезда для техники, что обеспечило снижение размеров полосы строительства на 10 – 15 %. Следствием явилось также уменьшение объемов расчистки трассы, рекультивационных и восстановительных работ, что вызвало дополнительный доход в размере 4 – 5 % проектной стоимости участка.

В результате оптимизации траектории прохождения трассы, согласно местным природным условиям, стало возможным сократить число переездов через действующие газопроводы и переходов через водные препятствия. Так, при сооружении газопровода Ямбург – Поволжье проектом предполагалось строительство девяти переездов через действующие и строящиеся магистрали. На практике представилось возможным сократить число переездов до четырех, что позволило сэкономить более 54 тыс. руб. Вместо запланированных переходов под руслами рек Катапси – Юган и Нинга – Яха предложены и возведены водные сооружения, что снизило объем СМР и уменьшило техногенное воздействие на окружающую среду.

Анализ данных по рациональному землепользованию показал целесообразность создания систем оценочных коэффициентов по регионам, одним из которых является *коэффициент рационального использования полосы (площадей) строительства*.

Коэффициент K_n может быть определен как отношение фактически использованных площадей T_u к проектному или плановому объему отвода земли T под строительство: $K_n = T_u/T$. При строительстве газопровода Ямбург – Поволжье на участке производства работ $K_n = 0,89$.

С учетом погрешностей в замерах и расчете исходных показателей данный коэффициент следует использовать при значении меньшем 0,95. Стимулирование рационального землепользования на предприятии осуществляется путем получения непосредственными исполнителями всего дохода от сэкономленных природных ресурсов в процессе производственно-хозяйственной деятельности.

2. Словарь понятий

Функционирование на принципах хозрасчетных отношений – в этих условиях поток экономически заинтересован в минимизации нарушений почвенно-растительного покрова, уменьшении параметров (сужении) полосы строительства и, таким образом, снижении объемов рекультивационных работ.

Мобильность структуры потока – возможность мобильно маневрировать ресурсами отдельных подразделений и всего КТП в целом, сокращение потерь времени на перебазировку, концентрирование строительной техники и ресурсов на пусковых объектах.

Ориентация на конечную строительную продукцию – сооружение готового к приему нефти или газа участка трубопровода.

3. Материалы, использованные в процессе обучения

3.1. Материалы к лекции

Возможен следующий план лекции:

Снижение техногенных строительных воздействий за счет индустриализации нефтегазового строительства.

Снижение техногенных строительных воздействий за счет совершенствования организационных форм строительства.

Литература:

Природоохранные нормы и правила проектирования:
Справочник/Сост: Ю.Л. Максименко, В.А. Глухарев.-М.: Стройиздат, 1990-572 с.

Л.Г. Телегин, Б.И. Ким, В.И. Зоненко «Охрана окружающей среды при сооружении и эксплуатации газонефтепроводов»: Учеб. пособия для вузов.-М.: Недра, 1988-188 с.

Мазур И.И., Шишов В.Н. Основы окружающей среды при строительстве нефтегазовых объектов: Учебник для техникумов.-М.: Недра, 1992-150 с.

Охрана окружающей среды: Учебник для техн. спец. Вузов/С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. Под ред. С.В. Белова. 2-е изд.- М.: Высш. Мк. 1991-319 с.

Логинов В.Ф. Основы экологии и природопользования. Учебное пособие-Полоцкий государственный университет. 1997 г.