

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.07 Экология

Направление подготовки (специальность) 27.03.04 «Управление в технических системах»

Профиль подготовки (специализация) Интеллектуальные системы обработки информации и управления

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций

- 1.1 Лекция №1** Основы экологии. Общие экологические проблемы
- 1.2 Лекция № 2.** Оценка уровня выбросов вредных веществ в атмосферу. Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы
- 1.3 Лекция №3.** Общая экология
- 1.4 Лекция № 4.** Социальная экология
- 1.5 Лекция № 5.** Нормирование загрязняющих веществ в почве
- 1.6 Лекция № 6.** Прикладная экология.
- 1.7 Лекция № 7.** Определение снижения уровня звука экранирующими сооружениями.
- 1.8 Лекция № 8.** Среда обитания человека
- 1.9 Лекция №9.** Шум и его воздействие на организм человека
- 1.10 Лекция № 10.** Исследование запыленности воздушной среды
- 1.11 Лекция № 11.** Городская среда. Сельская среда
- 1.12 Лекция № 12.** Концепция устойчивого развития
- 1.13 Лекция № 13.** Возникновение концепции устойчивого развития
- 1.14 Лекция №14.** «Устойчивость и развитие».
- 1.15 Лекция № 15** Природоохранная деятельность
- 1.16 Лекция № 16.** Природные ресурсы и их охрана
- 1.17 Лекция № 17.** Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта

2. Методические указания по выполнению лабораторных работ (лабораторные работы не предусмотрены РУП)

3. Методические указания по проведению практических (семинарских) занятий

3.1 Практическое занятие № ПЗ-1. Основы экологии. Общие экологические проблемы

3.2 Практическое занятие № ПЗ-2 Оценка уровня выбросов вредных веществ в атмосферу. Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы

3.3 Практическое занятие № ПЗ -3 Общая экология.

3.4 Практическое занятие № ПЗ-4. Социальная экология

3.5 Практическое занятие № ПЗ-5 Нормирование загрязняющих веществ в почве

3.6 Практическое занятие № ПЗ-6. Прикладная экология

3.7 Практическое занятие № ПЗ-7. Определение снижения уровня звука экранирующими сооружениями

3.8 Практическое занятие № ПЗ-8. Среда обитания человека

3.9 Практическое занятие № ПЗ-9. Шум и его воздействие на организм человека

3.10 Практическое занятие № ПЗ-10. Исследование запыленности воздушной среды

3.11 Практическое занятие № ПЗ-11. Городская среда. Сельская среда 91

3.12 Практическое занятие № ПЗ-12. Концепция устойчивого развития 92

3.13 Практическое занятие № ПЗ-13. Возникновение концепции устойчивого развития

3.14 Практическое занятие № ПЗ-14. Устойчивость и развитие

3.15 Практическое занятие № ПЗ-15. Природоохранная деятельность

3.16 Практическое занятие № ПЗ-16. Природные ресурсы и их охрана

3.17 Практическое занятие № ПЗ-17. Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта

4. Методические указания по проведению семинарских занятий (семинарские занятия не предусмотрены РУП)

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция №1 (2 часа).

Тема: «Основы экологии. Общие экологические проблемы»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Основы экологии.
2. Структура современной экологии

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основы экологии.

Основателем экологии считается немецкий биолог **Э. Геккель** (1834- 1919 гг.), который впервые в 1866 г. употребил термин «**экология**». Он писал: «Под экологией мы подразумеваем общую науку об отношении организма и окружающей среды, куда мы относим все "условия существования" в широком смысле этого слова. Они частично являются органической частично неорганической природы».

Первоначально этой наукой была биология, изучающая популяции животных и растений в среде их обитания.

Экология изучает системы уровня выше отдельного организма. Основными объектами ее изучения являются:

- **популяция** - группа организмов, относящихся к одному или сходным видам и занимающих определенную территорию;
- **экосистема**, включающая биотическое сообщество (совокупность популяций на рассматриваемой территории) и среду обитания;
- **биосфера** - область распространения жизни на Земле.

К настоящему времени экология вышла за рамки собственно биологии и превратилась в междисциплинарную науку, изучающую сложнейшие **проблемы взаимодействия человека с окружающей средой**. Экология прошла сложный и длительный путь к осознанию проблемы «человек — природа», опираясь на исследования в системе «организм — среда».

Взаимодействие Человека с Природой имеет свою специфику. Человек наделен разумом, и это дает ему возможность осознать свое место в природе и предназначение на Земле. С начала развития цивилизации Человек задумывался о своей роли в природе. Являясь, безусловно, частью природы, **человек создал особую среду обитания**, которая называется **человеческой цивилизацией**. По мере развития она все больше вступала в противоречие с природой. Сейчас человечество уже подошло к осознанию того, что дальнейшая эксплуатация природы может угрожать его собственному существованию.

Актуальность этой проблемы, вызванной обострением экологической обстановки в масштабах всей планеты, привела к «**экологизации**» — к **необходимости учета законов и требований экологии** — во всех науках и во всей человеческой деятельности.

Экологией в настоящее время принято называть науку о «собственном доме» человека — биосфере, ее особенностях, взаимодействии и взаимосвязи с человеком, а человека — со всем человеческим обществом.

Экология является не только интегрированной дисциплиной, где оказываются связанными физические и биологические явления, она образует своеобразный мост между естественными и общественными науками. Она не относится к числу дисциплин с линейной структурой, т.е. развивается не по вертикали — от простого к сложному, — она развивается по горизонтали, охватывая все более широкий круг вопросов из различных дисциплин.

Ни одна отдельная наука не способна решить все задачи, связанные с совершенствованием взаимодействия между обществом и природой, поскольку это взаимодействие имеет социальные, экономические, технологические, географические и

другие аспекты. Решать эти задачи может лишь интегрированная (обобщающая) наука, какой и является современная экология.

Таким образом, из несамостоятельной дисциплины в рамках биологии экология превратилась в комплексную междисциплинарную науку - **современную экологию** — с ярко выраженной мировоззренческой составляющей. Современная экология вышла за пределы не только биологии, но и [естествознания](#) в целом. Идеи и принципы современной экологии имеют мировоззренческий характер, поэтому экология связана не только с науками о человеке и культуре, но и с философией. Столь серьезные изменения позволяют заключить, что, несмотря на более чем столетнюю историю экологии, **современная экология — наука динамичная.**

Одной из главных целей современной экологии как науки является изучение основных закономерностей и развитие теории рационального взаимодействия в системе «человек — общество — природа», рассматривая человеческое общество как неотъемлемую часть биосферы.

Главнейшая цель современной экологии на данном этапе развития человеческого общества — вывести Человечество из глобального экологического кризиса на путь устойчивого развития, при котором будет достигнуто удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения без лишения такой возможности будущих поколений. Для достижения этих целей экологической науке предстоит решить ряд разнообразных и сложных задач, в том числе:

- разработать теории и методы оценивания устойчивости экологических систем на всех уровнях;
- исследовать механизмы регуляции численности популяций и биотического разнообразия, роли биоты (флоры и фауны) как регулятора устойчивости биосферы;
- изучить и создать прогнозы изменений биосферы под влиянием естественных и антропогенных факторов;
- оценивать состояния и динамики природных ресурсов и экологических последствий их потребления;
- разрабатывать методы управления качеством окружающей среды;
- формировать понимание проблем биосферы и экологическую культуру общества.

Окружающая нас **живая среда** не является беспорядочным и случайным сочетанием живых существ. Она представляет собой устойчивую и организованную систему, сложившуюся в процессе эволюции органического мира. Любые системы поддаются моделированию, т.е. можно предсказать, как та или иная система отреагирует на внешнее воздействие. **Системный подход — основа изучения проблем экологии.**

2 Структура современной экологии

В настоящее время экология **разделилась на ряд научных отраслей и дисциплин**, подчас далеких от первоначального понимания экологии как биологической науки об отношениях живых организмов с окружающей средой. Однако в основе всех современных направлений экологии лежат фундаментальные идеи **биоэкологии**, которая сегодня представляет собой совокупность различных научных направлений. Так, например, выделяют **аутэкологию**, исследующую индивидуальные связи отдельного организма со средой; **популяционную экологию**, занимающуюся отношениями между организмами, которые относятся к одному виду и живут на одной территории; **синэкологию**, комплексно изучающую группы, сообщества организмов и их взаимосвязи в природных системах (экосистемах).

Современная экология **представляет собой комплекс научных дисциплин**. Базовой является **общая экология**, изучающая основные закономерности взаимоотношений организмов и условий среды. **Теоретическая экология** исследует общие закономерности

организации жизни, в том числе в связи с антропогенным воздействием на природные системы.

Прикладная экология изучает механизмы разрушения биосферы человеком и способы предотвращения этого процесса, а также разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов. Прикладная экология базируется на системе законов, правил и принципов теоретической экологии. Из прикладной экологии выделяются следующие научные направления.

Экология биосферы, изучающая глобальные изменения, происходящие на нашей планете в результате воздействия хозяйственной деятельности человека на природные явления.

Промышленная экология, изучающая влияние выбросов предприятий на окружающую среду и возможности уменьшения этого влияния путем совершенствования технологий и очистных сооружений.

Сельскохозяйственная экология, изучающая способы получения сельскохозяйственной продукции без истощения ресурсов почвы при сохранении окружающей среды.

Медицинская экология, изучающая болезни человека, связанные с загрязнением окружающей среды.

Геоэкология, изучающая строение и механизмы функционирования биосферы, связь и взаимосвязь биосферных и геологических процессов, роль живого вещества в энергетике и эволюции биосферы, участие геологических факторов в возникновении и эволюции жизни на Земле.

Математическая экология моделирует экологические процессы, т.е. изменения в природе, которые могут произойти при изменении экологических условий.

Экономическая экология разрабатывает экономические механизмы рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Юридическая экология разрабатывает систему законов, направленных на защиту природы.

Инженерная экология - сравнительно новое направление экологической науки, изучает взаимодействия техники и природы, закономерности формирования региональных и локальных природно-технических систем и способы управления ими в целях защиты природной среды и обеспечения экологической безопасности. Она обеспечивает соответствие техники и технологии промышленных объектов экологическим требованиям.

Социальная экология возникла совсем недавно. Лишь в 1986 г. во Львове состоялась первая конференция, посвященная проблемам этой науки. Наука о «доме», или месте обитания социума (человека, общества), изучает планету Земля, а также космос — как жизненную среду социума.

Экология человека - часть социальной экологии, рассматривающая взаимодействие человека как биосоциального существа с окружающим миром.

Валеология - одно из новых самостоятельных ответвлений экологии человека - **наука о качестве жизни и здоровье**.

Синтетическая эволюционная экология — новая научная дисциплина, включающая частные направления экологии — общую, био-, гео- и социальную.

Краткий исторический путь развития экологии как науки

В истории развития экологии как науки можно выделить три основных этапа. **Первый этап** - зарождение и становление экологии как науки (до 1960-х годов), когда накапливались данные о взаимосвязи живых организмов со средой их обитания, были сделаны первые научные обобщения. В этот же период французский биолог Ламарк и английский священник Мальтус впервые предупреждают человечество о возможных негативных последствиях воздействия человека на природу.

Второй этап - оформление экологии в самостоятельную отрасль знаний (после 1960-х до 1990-х годов). Начало этапа ознаменовалось выходом в свет работ русских ученых **К.Ф. Рулье, Н.А. Северцева, В.В. Докучаева**, впервые обосновавших ряд принципов и понятий экологии. После исследований Ч. Дарвина в области эволюции органического мира

немецкий зоолог Э. Геккель первый понял, что Дарвин называл «борьбой за существование», представляет собой самостоятельную область биологии, **и назвал ее экологией** (1866 г.).

Как самостоятельная наука экология окончательно оформилась в начале XX столетия. В этот период американский ученый Ч. Адаме создал первую сводку по экологии, публикуются и другие важные обобщения. Крупнейший русский ученый XX в. В.И. Вернадский создает фундаментальное **учение о биосфере**.

В 1930-1940-е годы сначала английский ботаник А. Тенсли (1935 г.) выдвинул **понятие «экосистема»**, а несколько позже **В. Я. Сукачев** (1940 г.) обосновал близкое ему представление **о биогеоценозе**.

Третий этап (1950-е годы — до настоящего времени) — превращение экологии в комплексную науку, включающую в себя науки об охране окружающей человека среды. Одновременно с развитием теоретических основ экологии решались и прикладные вопросы, связанные с экологией.

В нашей стране в 1960-1980-е годы практически ежегодно правительство принимало постановления об усилении охраны природы; были изданы земельный, водный, лесной и иные кодексы. Однако, как показала практика их применения, они не дали требуемых результатов.

Сегодня Россия переживает экологический кризис: около 15% территории фактически являются зонами экологического бедствия; 85% населения дышат воздухом, загрязненным существенно выше ПДК. Растет число «экологически обусловленных» заболеваний. Наблюдается деградация и сокращение природных ресурсов.

Аналогичное положение сложилось и в других странах мира. Вопрос о том, что произойдет с человечеством в случае деградации природных экологических систем и утраты биосферой способности поддерживать биохимические циклы, становится одним из наиболее актуальных.

1. 2 Лекция №2 (2 часа).

Тема: «Оценка уровня выбросов вредных веществ в атмосферу. Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы.»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Оценка уровня выбросов вредных веществ в атмосферу..
2. Условия сбросов сточных вод в водоемы.

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Оценка уровня выбросов вредных веществ в атмосферу.

Выявление веществ, обладающих суммацией вредного действия и определение для них приведенных концентраций и массового выброса

Основными критериями качественной воздушной среды является предельно допустимая концентрация (ПДК). При этом требуется выполнение соотношения:

ПДКС

С-концентрация вещества в воздухе, мг/м³.

К вредным веществам однонаправленного действия, следует относить вещества, близкие по химическому строению и характеру биологического воздействия на организм человека. Суммацией вредного воздействия обладают двуокись азота (NO₂) и сернистый ангидрид (SO₂).

Приведенная концентрация (С_п) к веществу с концентрацией С₁ и ПДК₁ рассчитывается по формуле:

$$C_n = C_{NO_2} + C_{SO_2} \frac{ПДК_{NO_2}}{ПДК_{SO_2}} + C_{CO} \frac{ПДК_{NO_2}}{ПДК_{м.р.}} \quad C_n = 0,418 + 3,527 \cdot \frac{0,085}{0,5} + 1,235 \frac{0,085}{0,5} = 1,228$$

При одновременном выбросе в атмосферу из одного источника нескольких вредных веществ, обладающих суммацией действия, расчеты выполняют после приведения всех вредных к валовому выбросу $M_{\text{п}}$ одного из них M_1 , по последующей зависимости:

$$M_{\text{п}} = M_{\text{NO}_2} + M_{\text{SO}_2} \frac{\text{ПДК}_{\text{NO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{SO}_2}} + M_{\text{CO}} \frac{\text{ПДК}_{\text{NO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}} \quad M_{\text{п}} = 1,05 + 8,859 \cdot \frac{0,085}{0,5} + 3,1 \cdot \frac{0,085}{0,5} = 2,6$$

Объем удаляемых дымовых газов:

$$L_{\text{д}} = \alpha \cdot L \cdot \frac{T_{\text{д}}}{293} B$$

,
где α - коэффициент, зависящий от класса опасности ($\alpha=1,3$)

- температура дымовых газов, К

К

$$B = \frac{B \cdot 10^3}{\tau}$$

кг/ч

$$B = \frac{1050 \cdot 10^3}{1600} = 656,25 \quad L_{\text{д}} = 1,4 \cdot 7,48 \cdot \frac{385,5}{293} \cdot 656,25 = 2,511$$

м³/с

Концентрации веществ в дымовых газах определяем следующим образом:

$$C_{\text{п}} = \frac{M_{\text{в}}}{L_{\text{д}}}$$

(г/м³)

(г/м³)

(г/м³)

$$C_{\text{SO}_2} = \frac{8,859}{2,511} = 3,527 \quad C_{\text{T}} = \frac{3,1}{2,511} = 1,235 \quad C_{\text{NO}_2} = \frac{1,05}{2,511} = 0,418 \quad C_{\text{CO}} = \frac{1,18}{2,511} = 0,47$$

(г/м³)

Нахождение доминирующих веществ

Для проектируемой котельной согласно данным по выбросу вредных веществ в атмосферу, приведенных в графах 1-8 таблицы 1, рассчитаем максимальное значение параметра Π (характеризующего степень воздействия проектируемого объекта на загрязнение атмосферного воздуха).

Решение приведено в графах 9-13 таблицы 1.

Табл.1 определение доминирующего вещества

№ источ- ника	Н, м	Д, м	Д Н+Д	L, м ³ / с	Веществ о	ПДКм. р. мг/м ³	M, мг/с	гр.8 гр.7 м ³ /с	гр.8,С в, гр.5 м ³ /с	гр.10, гр.7 Св/ПДКм. р.	гр.11хгр. 4, R	гр.12хгр. 9, П,м ³ /с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	1	0,016	2,5	зола	0,5	1180	2360	470	939,64	14,80	34922,1
					SO ₂	0,5	8859	17718	3527	7054,47	111,09	1968363,0
					CO	3	3100	1033	1234	411,42	6,48	6695,1
					NO ₂	0,09	1050	12353	418	4918,36	77,45	956789,8

На основании анализа полученных результатов (табл.1) делаем вывод: степень воздействия проектируемой котельной на загрязнение атмосферного воздуха характеризуется максимальным значением параметра $\Pi=1968363 \text{ м}^3/\text{с}$, по действию SO_2 .

РАСЧЁТ РАССЕИВАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

Расчет рассеивания вредных веществ в атмосфере выполняется согласно нормативному документу ОНД-86. Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующей неблагоприятным метеорологическим условиям. В том числе и опасной скорости ветра.

При расчётах определяют приземную концентрацию в двухметровом слое над поверхностью земли, а в случае необходимости - в заданной точке в вертикальном направлении.

В зависимости от высоты H устья источника выброса вредного вещества над земной поверхностью они относятся к одному из четырёх классов: высокие $H>50 \text{ м}$; средней высоты $H=10\dots 50$; низкие - $H=2\dots 10$; наземные $H<2$.

Опасная скорость ветра - это скорость определяемая на уровне 10 м . от земной поверхности, при которой для заданного состояния атмосферы концентрация вредных примесей на уровне дыхания людей (высота - 2 м .) достигает максимальной величины.

Максимальное значение приземных концентраций и входящие в них коэффициенты определяют в зависимости от параметров f, x_m, x'_m, f_e .

Из формулы для скорости выхода газовых выбросов из устья трубы :

$$\omega_0 = \frac{4L}{\pi D^2}$$

выражаем диаметр устья трубы(м):

$$D = \sqrt{\frac{4L}{\pi \omega_0}} \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,511}{3,14 \cdot 5}} = 0,8$$

(м)

Вычисляем вспомогательный параметр - f :

$$f = \frac{10^3 \cdot \omega_0 D}{H^2(t - t_e)}$$

где ω_0 - средняя скорость выхода газо-воздушной смеси из устья источника, м/с;

Dt - разность между температурой выброса и окружающим воздухом;

$$f = \frac{10^3 \cdot 5 \cdot 0,8}{50^2(112,5 - 36)} = 0,1046$$

Так как $f<100$ и $Dt=82>0$, то расчет ведём по формулам для нагретых газов. Находим параметр x_m (м/с) и опасную скорость ветра ω (м/с).

$$x_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{L \Delta t}{H}}$$

где L - количество выброса в атмосферу, $\text{м}^3/\text{с}$

$$x_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,511 \cdot 76,5}{50}} = 1,018$$

(м/с)

Так как $0,5 < x_m < 2$, то

$\omega = x_m = 1,018 \text{ (м/с)}$

Определяем коэффициенты F, n, m и вычисляем максимальную приземную концентрацию вредности.

F -безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (для газов $F=1$)

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газо-воздушной смеси из устья источника;

Коэффициент m определяют в зависимости от f

При $f < 100$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{0,1046} + 0,34\sqrt[3]{0,1046}} = 1,159$$

Коэффициент n при $f < 100$ определяют в зависимости от x_m

при $0,5 < x_m < 2$ его определяют по формуле:

так как $x_m = 1,1$ (м/с), то условие выполняется. Следовательно, считаем по вышеприведенной формуле:

Определяем максимальную концентрацию (мг/м³):

$$C_m = \frac{AMFmn\eta_p}{H^2\sqrt[3]{L\Delta t}}$$

;

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы для неблагоприятных метеорологических условий, определяющих рассеивание вредных веществ (для Европейской территории СНГ и Урала севернее 52° с.ш. - 160, ниже 50° с.ш. - 200)

z_p - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (при условии перепада высот не превышающей 50 м. на 1 км. $z_p = 1$)

$$C_m = \frac{160 \cdot 8,859 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,513 \cdot 1}{50^2 \cdot \sqrt[3]{2,511 \cdot 76,5}} = 0,17$$

(мг/м³)

Находим безразмерный параметр d и вычисляем расстояние по оси X , на котором наблюдается максимальная приземная концентрация.

При $f < 100$ и $0,5 < x_m < 2$ коэффициент d находим по формуле:

$$d = 4,95 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad d = 4,95 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,1046}) = 5,6$$

$X_m = dH$

(м.)

Определяем S_1 - безразмерный коэффициент, зависящий от $X_{ср} = X/X_m$

При $1 < X/X_m < 8$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13\bar{X}^2 + 1}$$

так как и $1 < 2,12 < 8$, то

$$\bar{X} = \frac{594}{180,15} = 2,12 \quad S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot 2,12^2 + 1} = 0,71$$

При опасной скорости ветра приземная концентрация по оси факела CX на расстоянии X_m , м, определяется по формуле:

$C_x = S_1 C_m$

Определяем коэффициент t_y в зависимости от скорости ветра ψ и коэффициент S_2 , зависящий от ψ и t_y

при $\psi < 5$

$$t_y = \frac{\omega Y^2}{X^2} \quad t_y = \frac{5 \cdot 85^2}{594^2} = 0,021 \quad S_2 = \frac{1}{(1 + 5t_y + 12,8t_y^2 + 17t_y^3 + 45,1t_y^4)}$$

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot 0,021 + 12,8 \cdot 0,021^2 + 17 \cdot 0,021^3 + 45,1 \cdot 0,021^4)} = 0,81$$

Значение приземной концентрации в атмосфере C_y на расстоянии Y , м, по перпендикуляру к оси факела выброса определяют по формуле:

Определяем действительную концентрацию в заданной точке и сравниваем с допустимой

$C = C_y + C_{\phi}$

$C < \text{ПДК}_{\text{м.р.}}$

$0,15 < 0,5$

Следовательно, нет необходимости ставить дополнительные очистные устройства.

2. Условия сброса сточных вод в водоемы

Работа промышленных предприятий связана с потреблением воды. Вода используется в технологических и вспомогательных процессах или входит составной частью выпускаемой продукции. При этом образуются сточные воды, которые подлежат сбросу в близлежащие водные объекты.

Сброс сточных вод в водоем недопустим, если $C_{\text{ф}} \geq \text{ПДК}$. Согласно нормативным документам (например, СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод») запрещается сбрасывать в водные объекты сточные воды, которые

- могут быть устранены путем организации малоотходных производств, рациональной технологии, максимального использования в системах оборотного и повторного [водоснабжения](#) после соответствующей очистки и обеззараживания в промышленности, [городском хозяйстве](#) и для орошения в [сельском хозяйстве](#);
- содержат возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной, [вирусной](#) и паразитарной природы;
- содержат вещества, для которых не установлены гигиенические ПДК или ОДУ;
- содержат чрезвычайно опасные вещества, для которых нормативы установлены с пометкой «отсутствие».

Запрещается сброс сточных вод в границах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, рыбоохранных зон, рыбохозяйственных заповедных зон и в некоторых других случаях.

Сточные воды можно сбрасывать в водные объекты при условии соблюдения гигиенических требований применительно к воде водного объекта в зависимости от вида водопользования.

Виды водопользования

1. Хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование

(СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»)

I категория водопользования – водные объекты, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий [пищевой промышленности](#).

II категория водопользования – водные объекты, используемые для купания, занятия спортом и отдыха населения.

2. Рыбохозяйственное водопользование

К водным объектам рыбохозяйственного значения относятся водные объекты, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) водных биоресурсов.

(ГОСТ 17.1.2.04-77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов»)

Высшая категория – места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных видов рыб и других промысловых водных организмов;

I категория – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

II категория – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

При сбросе сточных вод в водные объекты нормы качества воды водного объекта в расчетном створе, расположенном ниже выпуска сточных вод, должны соответствовать санитарным требованиям в зависимости от вида водопользования.

Нормы качества воды водных объектов включают:

- общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в зависимости от вида водопользования;
- перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) нормированных веществ в воде водных объектов для различных видов водопользования.

В расчетном створе вода должна удовлетворять нормативным требованиям. В качестве норматива используется предельно допустимая концентрация – ПДК.

Все вредные вещества, для которых определены ПДК, подразделены по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ), под которым понимают наибольшее отрицательное влияние, оказываемое данными веществами. Принадлежность веществ к одному и тому же ЛПВ предполагает суммацию действия этих веществ на водный объект.

Для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования используют три вида ЛПВ: санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический.

Для рыбохозяйственных водоемов: санитарно-токсикологический, общесанитарный, органолептический, токсикологический и рыбохозяйственный.

Вещества, концентрация которых изменяется в воде водного объекта только путем разбавления, называются консервативными; вещества, концентрация которых изменяется как под действием разбавления, так и вследствие протекания различных химических, физико-химических и биологических процессов – неконсервативными.

Расчет величин нормативных сбросов в водоем

Условия сброса сточных вод в поверхностные водные объекты и порядок расчета нормативов допустимого сброса веществ, содержащихся в сбрасываемых сточных водах, регламентируются «Методикой расчета нормативов допустимых сбросов (НДС) веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» (2007 г.). Величины нормативов допустимых сбросов (НДС) разрабатываются и утверждаются на период 5 лет для действующих и проектируемых организаций водопользователей. Разработка величин НДС осуществляется как организацией-водопользователем, так и по поручению проектной или научно-исследовательской организации.

Величины НДС определяются для всех категорий водопользователей по формуле

$$НДС = q_{ст} \cdot C_{НДС} ,$$

, (1)

где $q_{ст}$ – максимальный часовой расход сточных вод, м³/ч; $C_{НДС}$ – допустимая концентрация загрязняющего вещества, г/м³.

Величина допустимой концентрации загрязняющего вещества для консервативного вещества, по которому ассимилирующая способность водоема обуславливается только разбавлением, определяется по формуле

$$C_{НДС} = n(C_{ПДК} - C_{ф}) + C_{ф}$$

, (2)

где $C_{ПДК}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³; $C_{ф}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке выше выпуска сточных вод, г/м³; n – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке.

Представим ситуацию, когда промышленное предприятие сбрасывает сточные воды после технологического процесса (рис. 1)

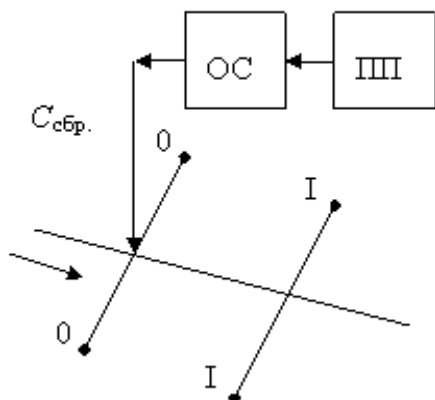


Рис. 1. Ситуационная схема для расчета условий сброса сточных вод: 0–0 – нулевой створ; I–I – расчетный створ; ПП – промышленное предприятие; ОС – очистное сооружение
Створ – условное сечение водоема или водотока, в котором производится комплекс работ для получения данных о качестве воды.

Контрольный створ – это поперечное сечение потока, в котором контролируется качество воды.

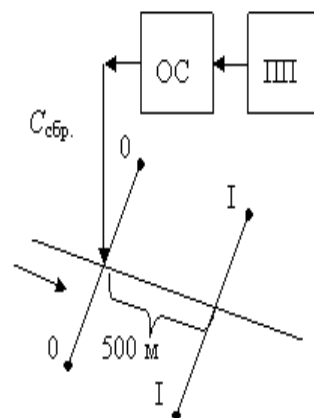
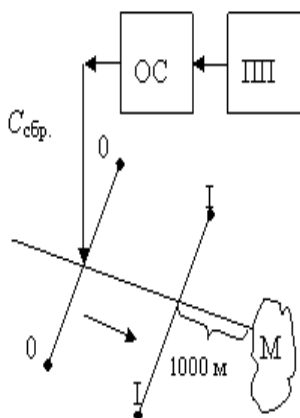
Фоновый створ – контрольный пункт, расположенный выше по течению от сброса загрязняющих веществ.

Для водоемов питьевых, хозяйственно-бытовых целей нормативы качества вод или их природный состав и свойства выдерживаются на водотоках, начиная со створа, расположенного выше ближайшего по течению пункта водопользования на 1 км (водозабор для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, места купания, организованного отдыха и населенного пункта).

Для водоемов рыбохозяйственного назначения нормативы качества поверхностных вод или их природный состав и свойства соблюдаются на протяжении всего участка водопользования, начиная с контрольного створа, но не далее 500 м от места сброса сточных вод или расположения других источников загрязнения поверхностных вод (места добычи полезных ископаемых).

В случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных нужд для состава и свойств его вод принимаются наиболее жесткие нормы качества воды из числа установленных.

Таким образом, ситуационная схема для разных видов водопользования показана на рис 2.



а б

Рис. 2. Ситуационная схема для водотока: а – культурно-бытового (М – населенный пункт); б – рыбохозяйственного водопользования

При сбросе сточных вод в водные объекты санитарное состояние водного объекта в расчетном створе считается удовлетворительным, если соблюдается следующее условие:

$$\sum_{i=1}^Z \frac{C_{pc}^i}{C_{пдк}^i} \leq 1, \quad (3)$$

где C_{pc}^i – концентрация i -го вещества в расчетном створе при условии одновременного присутствия Z веществ, относящихся к одному и тому же лимитирующему показателю вредности (ЛПВ); $i = 1, 2, \dots, Z$; Z – количество веществ с одинаковым ЛПВ; $C_{пдк}^i$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества.

Основной механизм снижения концентрации загрязняющего вещества при сбросе сточных вод в водные объекты – разбавление.

Разбавление сточных вод – это процесс снижения концентрации загрязняющих веществ в водоемах, вызванный перемешиванием сточных вод с водной средой, в которую они выпускаются.

Интенсивность процесса разбавления количественно характеризуется **кратностью разбавления n** , которая равна отношению суммы расходов сточной воды $q_{ст}$ и окружающей водной среды Q к расходу сточной воды

$$n = \frac{Q + q_{ст}}{q_{ст}} \quad (4)$$

(4)

или отношением избыточных концентраций загрязнений в месте выпуска к аналогичным концентрациям в рассматриваемом сечении водотока (**общее разбавление на участке**):

$$n = \frac{C_{ст} - C_{\phi}}{C - C_{\phi}}, \quad (5)$$

где $C_{ст}$ – концентрация загрязняющих веществ в сточной воде, г/м³; C_{ϕ} – концентрация загрязняющих веществ в водоёмах до выпуска сточных вод, г/м³; C – концентрация загрязняющих веществ сточной воды в рассматриваемом сечении водотока после выпуска сточных вод, г/м³.

Процесс разбавления сточных вод происходит в две стадии: начальное и основное разбавление. Общая кратность разбавления представляется в виде произведения $n = n_n \cdot n_0$, (6)

где n_n – кратность начального разбавления, n_0 – кратность основного разбавления.

Кратность начального разбавления определяется по методу для напорных сосредоточенных и рассеивающих выпусков в водоток при абсолютных скоростях истечения струи из выпуска больше 2 м/с или при соотношении $v_{ст} \geq 4v_{ср}$, где $v_{ср}$ и $v_{ст}$ – средние скорости речных и сточных вод.

При меньших скоростях истечения из выпуска расчет начального разбавления не производится.

Кратность основного разбавления n_0 в водотоке у расчетного створа определяется по методу и по формуле

$$n_0 = \frac{\gamma \cdot Q + q_{ст}}{q_{ст}}, \quad (7)$$

где γ – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды реки участвует в разбавлении сточных вод; $q_{ст}$ – максимальный расход сточных вод, м³/с; Q – расчетный минимальный расход воды водотока в контрольном створе, м³/с.

Распространение примесей происходит в направлении господствующих течений, и в этом же направлении кратность разбавления имеет тенденцию к увеличению. Так, в начальном сечении (в месте выпуска) кратность разбавления $n=1$ ($Q=0$ или $C=C_{ст}$), а затем по мере увеличения расходов жидкости концентрация примеси снижается, а кратность разбавления растет. В пределе, когда в процесс перемешивания вовлекаются все возможные для данного водного объекта расходы воды, наступает полное перемешивание. В условиях полного перемешивания концентрация загрязняющих веществ стремится к фоновой, т. е. $C \rightarrow C_{ф}$.

Участок водоёма или водотока от места выпуска сточных вод до сечения, где произойдет их полное перемешивание, условно разделяют на три зоны (рис. 3):

1-я зона – начальное разбавление. Здесь процесс разбавления происходит за счет увлечения жидкости водоема турбулентным потоком струи сточной воды, истекающей из выпускных устройств. В конце первой зоны разность скоростей струйного потока и окружающей среды становится незначительной.

2-я зона – основное разбавление. Степень разбавления в этой зоне определяется интенсивностью турбулентного перемешивания.

3-я зона – в этой зоне разбавления сточной воды практически нет. Снижение концентраций загрязняющих веществ происходит в основном за счет процессов самоочищения воды.

Рис. 3. Схема распространения сточных вод в водоеме

Процессы, изменяющие характер веществ, поступающих в водные объекты, называют процессами самоочищения. Совокупность разбавления и самоочищения составляют обезвреживающую способность водного объекта.

Таким образом, решить задачу о разбавлении сточной воды в водотоке или водоёме – означает определить концентрацию одного или нескольких загрязняющих веществ в любой точке локальной зоны водного объекта, подверженной влиянию сточных вод.

При этом нужно:

- 1) установить картину распространения загрязняющих веществ в водотоке под влиянием сброса сточных вод с учетом гидродинамических факторов;
- 2) выявить влияние естественных факторов на процесс разбавления с целью наилучшего использования местных условий для его регулирования;
- 3) определить возможность применения искусственных мероприятий для интенсификации разбавления сточных вод.

Факторы, определяющие процесс разбавления сточных вод в водотоках и водоёмах

Разбавление сточных вод в водотоках определяется комплексным влиянием следующих трех процессов:

- распределение сточных вод в начальном сечении водотока, которое зависит от конструкции выпускного сооружения;
- начальное разбавление сточных вод, протекающее под действием турбулентных струй;
- основное разбавление сточных вод, определяющееся гидродинамическими процессами водоёмов и водотоков.

Все факторы и условия, характеризующие процесс разбавления, можно разделить на две группы:

1-я группа – конструктивные и технологические особенности выпуска сточных вод (конструкция выпускного сооружения; число, форма и размеры выпускных отверстий; расход и скорость выпускаемых сточных вод; технология и санитарные показатели сточных вод (физические свойства, концентрация загрязняющих веществ и др.);

2-я группа – [гидрометеорологические](#) особенности водоёмов и водотоков (характер движения водных масс; причины, вызывающие эти движения (сток, ветер, температура, плотность и т. д.; [морфологические](#) характеристики русла водотока или ложа водоёма; степень проточности водоёма; состав и свойства водной среды).

Например, из факторов первой группы установлено, что разбавление протекает более интенсивно при рассеивающих выпусках. Из физических свойств сточной воды наибольшее влияние на разбавление оказывают начальная плотность и температура, причем не их абсолютные значения, а разность между параметрами сточной воды и окружающей водной среды.

Из факторов второй группы существенное значение имеют вторичные течения, которые имеют место, например, на повороте русла, когда потоки движутся не только в основном, но и обратном направлении.

Расчет концентрации C_p в произвольном створе

Уравнение [материального баланса](#), которое применимо к потоку сточных вод

$$C_{ст} \cdot q_{ст} = C_{ф} \cdot (\gamma Q + q_{ст}) - C_{ф} \cdot \gamma \cdot Q, \quad (8)$$

где $q_{ст}$ – расход сточных вод, м³/с; Q – расход воды в реке, м³/с; $C_{ст}$ – концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, мг/л; $C_{ф}$ – фоновая концентрация того же вещества в реке выше места сброса, мг/л; $C_{к. ст}$ – концентрация загрязняющего вещества в контрольном створе мг/л; γ – коэффициент смешения.

Отсюда:

$$C_p = \frac{C_{ст} \cdot q_{ст} + C_{ф} \cdot \gamma \cdot Q}{\gamma \cdot Q + q_{ст}}, \quad \text{г/м}^3. \quad (9)$$

Расчет разбавления в водотоках и водоемах

При проектировании и реконструкции промышленных предприятий, расположенных вблизи рек, в первую очередь необходимо оценить возможность сброса производственных сточных вод в реку. Наибольшее распространение получил метод – . Этот метод применим для больших и средних водотоков и может быть использован при условии $0,0025 \leq q_{ст}/Q \leq 0,1$.

Метод основан на решении [дифференциального](#) уравнения турбулентной [диффузии](#) при следующих допущениях: речной поток считается безграничным, начальное разбавление отсутствует, выпуск сточных вод сосредоточенный. Следует отметить, что для рек зона начального разбавления значительно короче, чем для озер и [водохранилищ](#), поэтому в большинстве методик расчета разбавления сточных вод в реках начальное разбавление не учитывают. Этим методом определяют концентрацию загрязняющих веществ для максимально загрязненной струи потока реки без уточнения расположения этой струи, ее формы и размеров;

В соответствии с методом – коэффициент смешения, характеризующий долю расхода воды в реке, которая смешивается со сточными водами, определяется по формуле

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L_{\phi}}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L_{\phi}}}}, \quad (10)$$

где Q – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м³/с; q –

максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м³/с; L_ф – расстояние по фарватеру водотока от места выпуска до контрольного створа (фарватер – наиболее глубокая полоса данного водного пространства), м; α – коэффициент, зависящий от гидравлических условий потока:

$$\alpha = \xi \varphi \sqrt{\frac{D_c}{q_{cm}}}, \quad (11)$$

где ξ – коэффициент, зависящий от расположения выпуска сточных вод в водоток: при выпуске в фарватер ξ = 1,5; φ – коэффициент извилистости водотока, т. е. отношение расстояния между рассматриваемыми створами водотока по фарватеру к расстоянию по прямой; D_c – коэффициент турбулентной диффузии.

На рис. 4 приведена схема по назначению участка реки, где осуществляется смешение сточных вод с водой водоема.

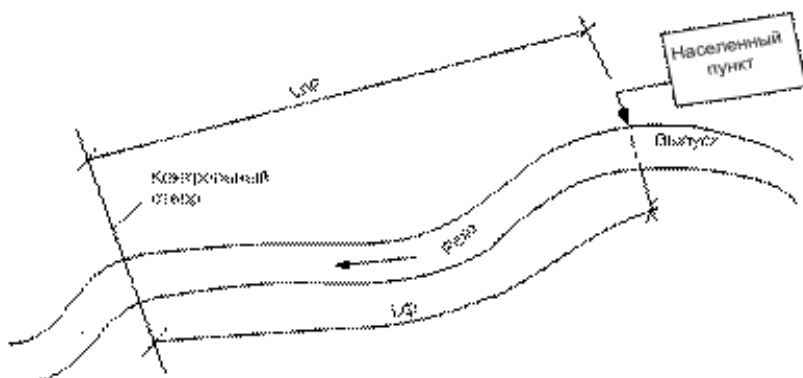


Рис. 4. Схема участка реки, участвующего в смешении сточных вод с водой водоема: L_{пр} – расстояние по прямой; L_ф – расстояние по фарватеру

Для равнинных рек и упрощенных расчетов коэффициент турбулентной диффузии находят по формуле :

$$D_c = \frac{v_{cp} \cdot H_{cp}}{200}, \quad (12)$$

где v_{ср} – средняя скорость течения водотока на интересующем нас участке между нулевым и расчетным створами, м/с; H_{ср} – средняя глубина на этом участке, м.

Коэффициент турбулентной диффузии для детальных расчетов определяется по формуле как

$$D_c = \frac{g \cdot v_{cp} \cdot H_{cp}}{M_{ш} \cdot C_{ш}}, \quad (13)$$

где g – ускорение свободного падения, g = 9,81 м/с²; v_{ср} – средняя скорость течения водотока на участке, м/с; H_{ср} – средняя глубина на рассматриваемом участке, м; C_ш – коэффициент Шези, м^{0,5}/с.

Величина Мш определяется по формуле:

$$M_{ш} = \begin{cases} 0,7 \cdot C_{ш} + 6 & \text{при } 10 \leq C_{ш} \leq 60 \\ 48 & \text{при } C_{ш} > 60 \end{cases} \quad (14)$$

Произведение Мш·Сш имеет размерность м/с².

Применительно к методу – для летнего периода времени коэффициент турбулентной диффузии рассчитывают по формуле

$$D_c = \frac{g \cdot v_{ср} \cdot H_{ср}}{37 \cdot n_{ш} \cdot C_{ш}^2}, \quad (15)$$

где пш – коэффициент шероховатости ложа реки, определяемый по табл. 1 (по).

Коэффициент Шези Сш находится по формуле (при Нср ≤ 5 м).

$$C_{ш} = \frac{R^{y_{П}}}{n_{ш}}, \quad (16)$$

где R – гидравлический радиус потока, м (R = Нср); yП – показатель степени.

Показатель степени определяем по формуле

$$y_{П} = 2,5\sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n_{ш}} - 0,1) \quad (17)$$

В случае проведения расчетов в зимний период (период ледостава) в формулы (15–17) вместо глубины потока Нср вводится значение 0,5Нср, а вместо коэффициента шероховатости ложа пш – его приведенное значение пшпр:

$$n_{шпр} = n_{ш} \left[1 + \left(\frac{n_{л}}{n_{ш}} \right)^{1,5} \right]^{0,67}, \quad (18)$$

где пл – коэффициент шероховатости нижней поверхности льда по (табл. 2).

Таблица 1

Коэффициенты шероховатости ложа реки

Характеристика русла	Коэффициент шероховатости пш
Естественные русла в весьма благоприятных условиях (чистое, прямое, не засоренное, земляное со сводным течением)	0,025

Русла постоянных водотоков равнинного типа, преимущественно больших и средних рек, в благоприятных условиях ложа и течения реки, периодические водотоки (большие и малые) при очень хорошем состоянии поверхности и формы ложа	0,03
Сравнительно чистые русла постоянных равнинных водотоков в обычных условиях, извилистые, с некоторыми неправильностями в направлении струи или же прямые, но с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни). Земляные русла периодических водотоков в относительно благоприятных условиях	0,04
Русла больших и средних рек, значительно засоренные, извилистые и частично засоренные, каменистые, с беспокойным течением. Периодические (ливневые и весенние) водотоки с крупногалечным или покрытым растительностью ложем. Поймы больших и средних рек, сравнительно разработанные, покрытые растительностью (травы, кустарники)	0,05
Русла периодических водотоков, сильно засоренные и извилистые. Сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарники, деревья с наличием заводей). Галечно-валунные русла горного типа с неправильной поверхностью водного зеркала. Порожистые участки равнинных рек	0,067
Русла со слабым течением и поймы, значительно заросшие, с большими глубокими промоинами. Валунные, горного типа русла с неправильной поверхностью водного зеркала (с летящими вверх брызгами воды)	0,08
Русла горно-водопадного типа с крупновалунным и извилистым строением ложа, перепады ярко выражены, извилистость весьма сильная. Поймы значительно заросшие, но с резко выраженным косоструйным течением, заводями и др.	0,1
Русла болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода и др.). Поймы с очень большими мертвыми пространствами, с местными углублениями (озерами и др.)	0,133

Таблица 2

Значение коэффициента шероховатости нижней поверхности льда для периода ледостава

Период ледостава, сут	Коэффициент шероховатости нижней поверхности льда пл
1–10	0,15–0,05
10–20	01–0,04
20–60	0,05–0,03
60–80	0,04–0,015
80–100	0,25–0,01

Метод – достаточно прост в применении и позволяет получить достоверное представление о потенциально возможном разбавлении сточных вод в стационарных, максимально неблагоприятных условиях, что и определяет целесообразность его использования для расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах.

Расчет допустимой концентрации загрязняющего вещества в сточных водах

Допустимая концентрация загрязняющего вещества в сточной воде ($C_{ст\ дк}$) должна иметь такое значение, чтобы в контрольном створе выполнялось требование $C_{к. ст} \leq ПДК$. В уравнении материального баланса (8) зададим предельную величину $C_{к. ст}$, т. е. $C_{к. ст} = СПДК$. Учитывая, что кратность разбавления n связана с коэффициентом смешения γ следующим соотношением:

$$\frac{\gamma \cdot Q}{q_{ст}} = n - 1$$

, (19)

получим

$$\text{Сст. дк} = n(\text{СПДК} - \text{Сф}) + \text{Сф}. \quad (20)$$

Допустимая концентрация вещества в сточных водах Сст. дк с учетом неконсервативности загрязняющего вещества рассчитывается по формуле

$$\text{Сст. дк} = n(\text{СПДК} \cdot k_{кс} \cdot t - \text{Сф}) + \text{Сф}. \quad (21)$$

где t – продолжительность пробега воды от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут; $k_{кс}$ – коэффициент неконсервативности, 1/сут (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты неконсервативности (скорости разрушения) некоторых веществ

Наименование вещества	k , 1/сут, при температуре воды, °С					
> 15	10 - 15	< 10				
водоем	водоток	водоем	водоток	водоем	водоток	
Аммиак, ион аммония *	0,5	2,7	0,3	1,8	0,2	0,9
Бензин	0,8	2,4	0,05	0,15	0,02	0,06
Медь**	0,6	1,8	0,4	1,2	0,2	0,6
Нефтепродукты	0,04	0,3	0,03	0,2	0,007	0,02
Никель	0,1	0,3	0,07	0,2	0,03	0,1
СПАВ	0,15	0,9	0,1	0,6	0,05	0,3
Фенолы	0,1	0,6	0,08	0,4	0,04	0,2
Формальдегид	1,0	3,0	0,7	2,1	0,2	0,6
Хром**	0,1	0,3	0,07	0,2	0,03	0,1
Цинк**	0,2	0,6	0,1	0,3	0,03	0,1
* По азоту .						
** В неорганических соединениях.						

Когда $\text{Сст} \leq \text{Сст. дк}$, дополнительных мер по [очистке сточных вод](#) перед сбросом в водоем не требуется. В иной ситуации необходимую степень очистки сточных вод Ξ , %, можно рассчитать по формуле

$$\Xi = \frac{C_{ст} - C_{ст.дк}}{C_{ст}} \cdot 100\%. \quad (22)$$

Необходимая степень очистки сточных вод говорит о том, на сколько процентов необходимо снизить концентрацию загрязнения в процессе очистки сточных вод для обеспечения норм качества воды в приемнике сточных вод.

Зная допустимую концентрацию загрязняющего вещества (СНДС), можно рассчитать нормативно допустимый сброс по формуле (1).

Расчет необходимой степени очистки сточных вод

При выпуске сточных вод в водные объекты необходимо, чтобы вода водного объекта в расчетном створе удовлетворяла санитарным требованиям в соответствии с неравенством (1).

Для достижения данного условия необходимо заранее рассчитать предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, с которыми эта вода может быть сброшена в водный объект.

Основные виды расчетов:

Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию взвешенных веществ. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию растворенного кислорода. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по БПКполн смеси воды водного объекта и сточных вод. Расчет допустимой температуры сточных вод перед сбросом их в водные объекты. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по вредным веществам.

Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию взвешенных веществ

Концентрацию взвешенных веществ в очищенной сточной воде, разрешенной к сбросу в водный объект, определяют из выражения:

$$C_{оч} = P \left(\frac{C_{ф}}{q} + 1 \right) + C_{ф}, \quad (7)$$

(7)

где $C_{ф}$ – концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до сброса сточных вод, мг/л; P – разрешенное [санитарными нормами](#) увеличение содержания взвешенных веществ в воде водного объекта в расчетном створе (Правила).

Рассчитав необходимую концентрацию взвешенных веществ в очищенной сточной воде ($C_{оч}$) и зная концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистку ($C_{ст}$), определяют требуемую эффективность очистки сточных вод по взвешенным веществам по формуле:

$$\eta_{взв} = \frac{C_{ст} - C_{оч}}{C_{ст}} \cdot 100\%. \quad (8)$$

Расчет допустимой температуры сточных вод перед сбросом их в водные объекты

Расчет ведут исходя из условий, что температура воды водного объекта не должна повышаться более величины, оговоренной Правилами в зависимости от вида водопользования.

Температура сточных вод, разрешенных к сбросу, должна удовлетворять условию:

$$T_{ст} \leq n \cdot T_{доп} + T_{в}, \quad (9)$$

где $T_{доп}$ – допустимое повышение температуры; $T_{в}$ – температура водного объекта до места сброса сточных вод.

Пример 1. Планируется сбрасывать в водоток сточные воды промышленного предприятия с максимальным расходом $q = 1,7$ м³/с. Ниже по течению от планируемого берегового выпуска сточных вод, на расстоянии 3,0 км находится поселок М.,

использующий воду водотока для купания и отдыха. Водоток, по данным Госкомгидромета, характеризуется на этом участке следующими показателями:

- среднемесячный расход водотока 95%-й обеспеченности $Q = 37 \text{ м}^3/\text{с}$;
- средняя глубина 1,3 м;
- средняя скорость течения 1,2 м/с;
- коэффициент Шези на этом участке $C = 29 \text{ м}^{1/2}/\text{с}$;
- извилистость русла слабо выражена.

Определить кратность разбавления сточных вод в расчетном створе. Выпуск сточных вод – береговой.

Решение. Так как водоток используется как водный объект второй категории, предназначенный для культурно-бытового водопользования, то расчетный створ устанавливается за 1000 м до границы поселка, где вода должна отвечать требованиям применительно для данного вида водопользования.

В этом случае расстояние, принимаемое для расчета длины участка разбавления:

$$L = 3000 - 1000 = 2000 \text{ м.}$$

Определим коэффициент турбулентной диффузии по выражению (6):

$$D = \frac{g \cdot v_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{M \cdot C} = \frac{10 \cdot 1,2 \cdot 1,3}{26,3 \cdot 29} = 0,02.$$

Т. к. $10 < C < 60$, то

$$M = 0,7 \cdot C + 6 = 0,7 \cdot 29 + 6 = 26,3.$$

Поскольку выпуск береговой, а извилистость русла слабо выражена, то по выражению (4.4) определим

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}} = 1 \cdot 3 \sqrt[3]{\frac{0,02}{1,7}} = 0,23.$$

Для упрощения вычисления коэффициента смешения по выражению (4.3) предварительно вычислим:

$$\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}} = e^{-0,23 \sqrt[3]{2000}} = 0,056,$$

тогда

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q} \cdot \beta} = \frac{1 - 0,056}{1 + \frac{37}{1,7} \cdot 0,056} = 0,429.$$

Кратность разбавления сточных вод промышленного предприятия в расчетном створе согласно выражению (4.2) составит

$$n = \frac{y \cdot Q + q}{q} = \frac{0,429 \cdot 37 + 1,7}{1,7} = 10,3.$$

1. 3 Лекция №3 (2 часа).

Тема: «Общая экология»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Краткие основы общей экологии.
2. Понятие о биосфере и ее эволюции, об экосистеме и ее составе, свойствах и функциях. Определения и понятия: биосфера, биотический фактор и др.
3. Антропогенное воздействие на экосистемы.
4. Человеческие экосистемы. Взаимосвязь и взаимодействие в человеческих экосистемах.
5. Демографические процессы в человеческих экосистемах. Рождаемость, смертность, естественный прирост. Этические взгляды на экосистемы. Возможность устойчивого развития человеческих экосистем.

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Краткие основы общей экологии

Общая экология – это мир, который нас окружает и в котором мы живем. Составные части экологии: Космос – Галактика – Земля - воздушная атмосфера – водная оболочка – почва – биосфера: воздух вода, растительность, животный мир и люди. С Космоса Земля – пылинка, затерявшаяся в безграничном пространстве Вселенной. Но для нас Земля – наша Родина, наша планета, наш дом. Состоит она из различных веществ, крайне неравномерно распространенных в ней. Землю окружают различные оболочки, важнейшие из которых для нас - воздушная и водная.

Воздушная – атмосфера – самая легкая, состоит из газов, важнейший из которых – кислород – 21%, а также углекислого газа – 0,03%, азота – 78% и инертных газов – 0,97%. На высоте 20-25 км находится тонкий слой озона, защищающий землю от вредных лучей. Через воздух проходит важнейшая для нас солнечная энергия, которая преобразуется растениями в питательные вещества. Земной шар на 71% покрыт водой. Вода также содержится в воздухе и в недрах земного шара. Для нас важна питьевая вода, которая составляет лишь 1% от всей воды на Земле, причем 85% ее запасов находится в ледниках. Верхние слои Земли, обладающие плодородием, называются почвой. На ней растут растения, которыми питаются животные и мы. Вот краткая экология нашей жизни. Но для человека важнейшая – тончайшая оболочка Земли, которая объединяет всех живых существ на Земле (от бактерий до человека) – ее называют **биосферой**.

2. Понятие о биосфере и ее эволюции, об экосистеме и ее составе, свойствах и функциях. Определения и понятия: биосфера, биотический фактор и др.

Биосфера – это оболочка Земли, среда обитания живых существ, которая сложилась в процессе эволюции и продолжает постоянно преобразовываться под влиянием этих же живых существ. Биосфера включает в себя атмосферу – газовую оболочку Земли, в которой на высоте 10-25 км располагается озоновый слой, препятствующий прохождению убийственным УФ-лучам; гидросферу (реки, океаны), почву – плодородный слой, и литосферу – вся земная твердь глубиной 50-200 км. Границы распространения жизни на Земле распространяются на 35 км вверх – в тропосферу и на 16 км в глубь Земли – в литосферу и на 1 км под океанами. Все живые существа в биосфере связаны между собой. В биосфере протекают два взаимосвязанных процесса преобразования веществ в природе – геологический и биологический круговороты химических веществ. Геологический (большой) круговорот - это обмен химических веществ в результате разрушения горных

пород водой и солнцем. **Биологический** (малый) круговорот – это обмен веществ между растениями, животным миром, микроорганизмами и почвой. В основе биологического круговорота лежит **фотосинтез** – поглощение солнечной энергии и углекислого газа и построение тел растений с выделением кислорода. Животные кормятся растениями и поглощают кислород, выделяя углекислоту. Микробы превращают мертвое органическое вещество в неорганическое, которое усваивается растениями.

Ноосфера – область обитания живых существ, измененная деятельностью человека

Син-экология – раздел экологии, изучающий взаимоотношения между особями разных видов и окружающей средой

Среда обитания – весь комплекс условий, в которых живет организм. Она определяет форму и функции организма. Рычаги, которыми среда воздействует на организм, называются **экологическими факторами**. Они бывают трех видов: 1) абиотические (природные) – топографические (рельеф местности), климатические (свет, температура, частота ветров и др.); 2) биотические – те, которыми живые существа воздействуют друг на друга и 3) антропогенные – это факторы, которые порождаются человеческой деятельностью.

Вся совокупность живущих на одном месте растений, животных, микроорганизмов вместе с почвой и атмосферой называется **экосистемой**, а их взаимодействие между собой – **биогеоценозом**. Экосистемой является, например: участок леса, море, аквариум, комната и т.д. Самой большой экосистемой является биосфера – оболочка Земли, в которой сосуществуют в различных взаимосвязях (биогеоценозах) всевозможные существа. А если человек выращивает какие-нибудь культуры (пшеницу, свеклу) – то эта искусственная экосистема называется **агроценозом**. Как построена экосистема? **Она состоит, как правило, из 4-х элементов:**

1. **Неживая среда** – это вода, минеральные вещества, газы, органические вещества, находящиеся под действием метеорологических факторов с преобладанием химических и физических процессов в ней.

2. **Производственная среда**, где живут производители (продуценты) – из неорганических веществ с помощью солнечной энергии и хлорофилла они создают органические вещества и кислород – это растения.

3. **Потребительская среда**, где живут потребители (консументы) растительной продукции – это животные. С помощью ферментов они переваривают и усваивают растительные вещества, а их, в свою очередь, употребляют в пищу хищники.

4. **Среда разложения**, где трудятся разрушители (редуценты) – это бактерии, грибы, клещи. Также с помощью ферментов они перерабатывают растительные остатки и трупы животных в усвояемые для растений минеральные вещества. Обычно редуценты перерабатывают погибших консументов и продуцентов. Но при заболевании организма, ослаблении его защитных сил, могут «трудиться» и в нем (гнилостная микрофлора толстого кишечника).

Между собой в экосистеме в процессе биоценоза живые организмы взаимодействуют по разному:

1. **нейтрализм** – взаимодействие отсутствует;

2. **конкуренция** – соревнуются между собой за пищевые ресурсы;

3. **паразитизм** – когда один вид использует другой организм для питания (болезнетворные микроорганизмы, вши, гельминты);

4. **хищничество** – один питается другим, уничтожая объект питания;

5. **симбиоз** – один помогает другому (белый стафилококк на коже, кишечная палочка в толстом кишечнике у человека). Однако в больном организме симбиотические организмы могут превращаться в паразитические формы.

Таким образом, в природе все рационально: созданное одним организмом органическое вещество и содержащаяся в нем энергия перерабатывается другим существом – этот процесс называется **пищевой цепью**. Так в природе осуществляется круговорот веществ.

Если состояние экологической системы благоприятно для существования находящихся в ней живым существам – это состояние называется **экологическим равновесием**. Периодически происходят изменения – сезонные – обратимые. Бывают острые изменения – катаклизмы, когда в короткий период жители экосистемы погибают (динозавры) – это **экологическое бедствие**. Если среда обитания меняется постепенно, например под влиянием изменения поворота вращения Земли и изменения климата, то смена живых существ происходит постепенно – и это называется **экологической сукцессией**. Процесс приспособления к изменению условий окружающей среды называется **адаптацией**. С адаптацией происходит **эволюция** живых существ – их развитие и трансформация. И тут работают два закона эволюции – «необратимость эволюции» и «ничто не дается даром»: любое новое изменение органического мира, сопротивляясь новому, обязательно сопровождается утратой какой-то части прежнего достояния, свойства, функции или формы.

3. **Антропогенное воздействие на экосистемы**

Человек является высшей формой эволюции. Он избавился от зависимости от капризов природы и естественного отбора, т.к. смог сам создавать искусственную среду обитания. Поэтому современные люди живут во много раз дольше, чем первобытные. Но человек породил технологии, разрушительные для природы. Кратко перечислим антропогенное воздействие человека на окружающую среду – глобальные экологические проблемы:

1. загрязнение воздушной, водной сред и почвы токсическими отходами;
2. уничтожение лесов – легких планеты, на их месте появляются пустыни;
3. ухудшение плодородия почвы в результате ее загрязнения, интенсивного использования для

посевов, выпадения кислотных дождей из загрязненной атмосферы;

1. водный кризис из-за увеличения потребления питьевой воды и уменьшения ее ресурсов;

2. глобальное изменение климата (потепление на $0,6^{\circ}\text{C}$ за столетие) из-за увеличения углекислого

газа в атмосфере, предположительно, из-за сжигания топлива.

Более подробно эти процессы будут рассмотрены нами в следующих темах.

4. **Человеческие экосистемы. Взаимосвязь и взаимодействие в человеческих экосистемах**

С момента своего зарождения человечество развивалось под действием конкретных природных факторов, которые сформировали не только человека как биологический вид, но и его национальные типы. В каждой конкретной местности сформировались национальные экосистемы, адаптированные к местным климатическим условиям, что помогало народу этой национальности выживать в данной местности и устойчиво развиваться. Таким образом, в процессе эволюции произошла экологическая дифференциация населения земного шара по адаптивным типам, внешне определяемых как национальные признаки.

Адаптивный тип представляет собой норму биологической реакции на окружающую среду, обеспечивающую наилучшую приспособляемость к окружающей среде, ее экологии. Различают 4 адаптивных экологических типа: тип умеренного пояса, арктический, тропический и горный. Адаптивные типы отличаются не только внешне, но и физиологическими процессами в организме, характером обмена веществ, набором характерных ферментных систем и специфических болезней и др.

Большая часть населения принадлежит к **умеренному** типу – это местности, где преобладает городское население. Уровень адаптации у них не ясен.

Арктическому типу (ненцы, чукчи) свойственно сильное развитие костей и мышц, грудной клетки, увеличенное содержание в крови гемоглобина. В пище преобладают жиры, которые, благодаря набору соответствующих ферментов, имеют повышенную способность к окислению, что обеспечивает повышенный обмен веществ, при котором

они легко переносят низкую температуру, имея всегда горячую кожу, и редко простужаются.

Тропический тип (негры, арабы, жители островов Океании) проживает в условиях большого количества тепла и влаги, мало животной пищи – белка. Имея слабое развитие мышц, низкий обмен веществ, они быстро замерзают при понижении температуры воздуха. Экологические условия в тропиках в каждом регионе очень разнообразны, что породило большое разнообразие рас – от самых низкорослых на Земле (пигмеи) до самых высокорослых (есть племена). Особенности этого типа: удлиненные формы тела при снижении мышечной массы, маленький объем грудной клетки, большое количество потовых желез.

Горный тип живет в условиях высокогорья, где низкое атмосферное давление, холодно, однообразная пища. Поэтому у людей этих национальностей повышенный обмен веществ (хорошее отопление организма), увеличено число эритроцитов и гемоглобина, расширена грудная клетка.

Отличительные особенности организмов адаптивных типов людей сводятся к трем различиям, существенным с точки зрения гигиены и медицины:

А – в пище, источнике пластических веществ и энергии. Разные типы питаются предпочтительно своей национальной пищей в соответствии с особенностями национального питания;

Б – в степени усвоения употребленной пищи в результате разного набора ферментов в желудочно-кишечном тракте, необходимых для разложения пищи до требуемых усвояемых ее форм. Для переработки национальной пищи у определенного типа существует только ему присущий набор пищеварительных ферментов для переваривания пищи. То, что хорошо усваивается одним типом (украинцем – сало, ненцем – сырая рыба, казахом – мясо и др.), у других вызовет расстройство кишечника и даже заболевание (употребление молока ненцем, казахом и др.);

В – в степени использования организмом составных частей съеденной пищи, всосавшихся из кишечника в кровь, для поддержания гомеостаза (постоянного внутреннего состава организма) и обеспечивающих его жизненно необходимых обменных процессов, в частности:

1) обмена энергии (зависимой от количества мышц, где в основном производится энергия); необходимой для поддержания уровня основного обмена – количества энергии, необходимой для поддержания жизнедеятельности организма в покое (для физиологических энергозатрат; обычно это 900-1300 ккал;

2) обмена веществ, необходимых для пластических целей – построения и восстановления тканей (мышц, костей и т.д.), выработки элементов эффективной иммунной системы и т.д. Включение адаптивных типов в биогеоценоз конкретной территории формирует генофонд, соответствующий условиям проживания в данной местности, что обеспечивает возможность выживания и устойчивого развития национальностей при проживании в данном регионе. Переезд человека в другую местность включает процессы адаптации к этой местности. В процессе адаптации один тип приобретает свойства экологического типа данной местности (адаптируется) и здравствует или у него возникают болезни и, в случае несоответствия местному климату, сокращается жизнь. С другой стороны, процессы адаптации при переселении народов обеспечивали их экологическую изменчивость и приспособляемость, возможность распространяться по всему земному шару. В основе этого процесса адаптации лежат биологические механизмы обеспечения жизнедеятельности организма человека.

Если люди мигрируют в другие климатические зоны, они должны **акклиматизироваться** – т.е. адаптироваться к новым условиям. Если для растений и животных, занесенных в другой климатический пояс, показателем акклиматизации является выживание и размножение, то для людей необходимо еще восстановление высокого уровня работоспособности – иначе они не выживут. При акклиматизации происходят сложные

физиологические процессы – перестройка питания, обмена веществ, терморегуляции, иммунитета, кровоснабжения. Например, люди, приехавшие в Заполярье во временную командировку, вначале мерзнут, потом у них возрастает теплота рук на 40% и груди – на 19%, что обеспечивает восстановление их работоспособности.

5. Демографические процессы в человеческих экосистемах. Рождаемость, смертность, естественный прирост. Этические взгляды на экосистемы. Возможность устойчивого развития человеческих экосистем

О состоянии здоровья в экосистемах говорят **демографические процессы** – численность населения в данной местности, его рождаемость, смертность и прирост. Если рождаемость – это число родившихся в течение года на 1000 населения (‰), а смертность – соответственно умерших, то естественный прирост – это разница между родившимися и умершими. Бывает три вида естественного прироста, по которым судят о здоровье нации:

- **регрессивный тип** - когда умирают больше, чем рождаются.. Этот процесс сейчас происходит в России – рождаемость составляет 8,2 ‰, смертность – до 15 ‰, убыль населения - до 6,8 ‰;

- **стационарный** – когда сколько рождается, столько и умирает, прироста и убыли нет;

- **прогрессивный** – когда смертность ниже рождаемости. Самая высокая рождаемость сейчас в Саудовской Аравии – 18 ‰, Латинской Америке – 10-12 ‰, Скандинавии – 4-7 ‰,

Достижения научно-технического прогресса облегчили в наше время выживаемость людей, что привело к отклонению от закономерностей равновесия в живой природе – рост народонаселения ускорился. Если в XVIII столетии человечество увеличивалось со скоростью 1% за столетие, т.е. удваивалось за 100 лет, то с 1950-х годов – оно растет 1,9% в год, т.е. удваивается за 36 лет. Если в 1900 г. на земном шаре было 1,5 млрд людей, то в 2000 г – 6 млрд. Каждый день население увеличивается на 240-250 тыс. чел. или на 40 млн чел. в год. Этот стремительный рост называется демографическим взрывом. В целом на Земле население прогрессивно стареет. В Европе и Японии средняя продолжительность жизни составляет 80 лет (в России – 59 лет, в т.ч. мужчин -58 и женщин – 65 лет).

Ежедневно людям требуется 2 млн т пищи, 10 млн м³ питьевой воды, 2 млрд м³ кислорода.. На промышленные цели человечество ежегодно сжигает 30 млн т топлива, использует 2 млрд м³ воды, 300 млн т металлов и 65 млрд м³ кислорода. Естественно, ресурсы истощаются, природа загрязняется. Ученые обеспокоены. Выдвинуто ряд теорий: Т. Мальтус (1798 г.) – обосновал необходимость войн и эпидемий, которые необходимы, чтобы сокращать рост населения. Он посчитал, что рост населения происходит в геометрической прогрессии, а средств пропитания – в арифметической. Отсюда полезны голод, эпидемии, войны. Последователи Мальтуса призывают к термоядерной войне – опять сократить население до 1 млрд.

Однако, другие ученые и историческая обстановка показали, что Мальтус ошибся – развитие числа населения зависит не только от природы, но и от социально-экономических условий и политических процессов. С ростом благосостояния народа и расширением социальных прав и экономических возможностей женщин выявились новые неизвестные ранее социальные факторы: повышение роли женщины в создании семьи, возрастает женский карьеризм и отстранивается создание семьи и появление ребенка, уменьшается семьеобразующая роль мужчины и число «полных» семей, увеличивается число разводов - в итоге, сокращается рождаемость. С улучшением питания, увеличения в рационе роли жирной пищи и быстрого питания увеличивается число женщин с ожирением, возможности с зачатием которых снижаются. В то же время нищета и уменьшение белкового питания у женщин (Южная Африка) увеличивает рождаемость.

Ряд государств стал эффективно проводить демографическую политику. Так значительно ограничили рождаемость Китай и Индия. С другой стороны, Франция, обеспокоенная снижением рождаемости, активными мерами за 20 лет удвоила её. В 2003 г., чтобы

увеличить рождаемость, Государственная Дума России сняла 12 причин для проведения абортов, а с 2007 г. введена экономическая поддержка материнства.

Таким образом, изменения в человеческих экосистемах - появление новых социальных процессов, вызванных нарастанием численности людей на земном шаре, разумные социально-экономические меры и соответствующая политика государства могут активно влиять как на увеличение, так и на снижение численности населения.

1. 4 Лекция № 4 (2 часа).

Тема: «Социальная экология»

1.4.1 Вопросы лекции:

- 1.. Социальная экология. Предмет изучения социальной экологии
2. Основные направления развития социальной экологии

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Социальная экология. Предмет изучения социальной экологии.

Социальная экология — научная дисциплина, рассматривающая взаимоотношения в системе «общество-природа», изучающая взаимодействие и взаимосвязи человеческого общества с природной средой (Николай Реймерс).

Но подобное определение специфику данной науки не отражает. Социальная экология в настоящее время формируется как частная самостоятельная наука со специфическим предметом исследования, а именно:

состав и особенности интересов социальных слоёв и групп, эксплуатирующих природные ресурсы;

восприятие разными социальными слоями и группами экологических проблем и мер по регулированию природопользования;

учёт и использование в практике природоохранных мероприятий особенностей и интересов социальных слоёв и групп

Таким образом, социальная экология — наука об интересах социальных групп в сфере природопользования.

Виды социальной экологии

Социальная экология делится на такие виды:

экономическая

демографическая

урбанистическая

футурологическая

правовая

Основные задачи и проблемы

Основной задачей социальной экологии является изучение механизмов воздействия человека на окружающую среду и тех преобразований в ней, которые выступают результатом человеческой деятельности.

Проблемы социальной экологии в основном сводятся к трем основным группам:

планетарного масштаба — глобальный прогноз на население и ресурсы в условиях интенсивного промышленного развития (глобальная экология) и определение путей дальнейшего развития цивилизации;

регионального масштаба — изучение состояния отдельных экосистем на уровне регионов и районов (региональная экология);

микромасштаба — изучение основных характеристик и параметров городских условий жизни (экология города или социология города).

Теоретические концепции и социальное движение

Социальная экология развивается и позиционируется как академическая область, а также как социальное движение. В последнем случае она теоретизируется как критическая социальная теория.

В понимании зелёного активиста Мюррея Букчина, а также продолжателя его идей, например, Биэль Джанет, социальная экология направлена на критику текущих социальных, политических и анти-экологических трендов, и представляет собой перестраивающий (реконструирующий), экологический, коммунитарный (общинный) и этический подход к обществу, в котором живут люди на основе продвижения прямой демократии и конфедеративной политики.

Как совокупность идей, социальная экология предусматривает моральную экономику, которая предлагает выйти за рамки дефицита и иерархий, к новой гармонии отношений сообществ людей с миром природы, где признаются ценности разнообразия, творчества и свободы. М. Букчин полагает, что корни нынешних экологических и социальных проблем могут быть прослежены к иерархическим (или, в его терминах — «кирархическим» (kyriarchical)) режимам общественной организации.

Социальные экологи утверждают, что системной проблеме иерархии не могут быть противопоставлены действия отдельных людей, «действия в одиночку», и в частности — этическое потребление (этичный консьюмеризм); этой проблеме в больших нюансах соответствует этическое мышление и коллективная деятельность основанная на радикальных демократических идеалах.

2. Основные направления развития социальной экологии

К настоящему времени в социальной экологии выделились три основных направления.

Первое направление — исследование взаимоотношений общества с природной средой на глобальном уровне — глобальная экология. Научные основы этого направления заложил В.И. Вернадский в фундаментальном труде «Биосфера», опубликованном в 1928 г. В 1977 г. вышла монография М.И. Будыко «Глобальная экология», но там в основном рассматриваются климатические аспекты. Не получили должного освещения такие темы, как ресурсы, глобальное загрязнение, глобальные круговороты химических элементов, влияние Космоса, функционирование Земли как единого целого и др.

Второе направление — исследования взаимоотношений с природной средой различных групп населения и общества в целом с точки зрения понимания человека как общественного существа. Отношения человека к социальному и природному окружению взаимосвязаны. К. Маркс и Ф. Энгельс указывали на то, что ограниченное отношение людей к природе обуславливает их ограниченное отношение друг к другу, а их ограниченное отношение друг к другу — их ограниченное отношение к природе. Это социальная экология в узком смысле слова.

Третье направление — экология человека. Её предмет — система взаимоотношений с природной средой человека как биологического существа. Основная проблема — целенаправленное управление сохранением и развитием здоровья человека, населения, совершенствование Человека как биологического вида. Здесь и прогнозы изменения здоровья под влиянием изменений среды обитания, и разработка нормативов в системах жизнеобеспечения.

Западные исследователи также различают экологию человеческого общества — социальную экологию (social ecology) и экологию человека (human ecology). Социальная экология рассматривает воздействие на общество в качестве зависимой и управляемой подсистемы системы «природа — общество». Экология человека — делает акцент на самом человеке как биологической единице.

Цель и задачи социальной экологии

Целью социальной экологии является создание теории эволюции взаимоотношений человека и природы, логики и методологии преобразования природной среды.

Социальная экология выявляет закономерности взаимоотношений природы и общества, она призвана уяснить и помочь преодолеть разрыв между гуманитарным и естественнонаучным знанием.

Законы социальной экологии такие же фундаментальные, как и законы физики. Однако предмет социальной экологии очень сложный: три качественно различные подсистемы – неживая природа, живая природа, человеческое общество. В настоящее время социальная экология – преимущественно эмпирическая наука, и законы ее нередко выглядят как предельно общие афористические утверждения («законы» Коммонера).

Понятие закона трактуется большинством методологов в смысле однозначной причинно-следственной связи. В кибернетике принята более широкая трактовка: закон – это ограничение разнообразия. Именно такая трактовка больше подходит к социальной экологии.

Социальная экология выявляет фундаментальные ограничения человеческой деятельности. Адаптационные возможности биосферы не безграничны. Отсюда и «экологический императив»: человеческая деятельность ни в коем случае не должна превышать адаптационные возможности биосферы.

В качестве основного закона социальной экологии признан закон соответствия производительных сил и производственных отношений состоянию природной среды.

Среда, окружающая человека, ее специфика и состояние.

Среда и факторы среды, их классификация.

Под средой обитания обычно понимают природные тела и явления, с которыми организм (организмы) находятся в прямых или косвенных взаимоотношениях. Отдельные элементы среды, на которые организмы реагируют приспособительными реакциями (адаптациями), носят название факторов.

Наряду с термином «среда обитания» используются также понятия «экологическая среда», «местообитание», «окружающая среда», «окружающая природная среда», «окружающая природа» и др. Четких различий между этими терминами нет, но на некоторых из них следует остановиться. В частности, под популярным в последнее время термином «окружающая среда» понимается, как правило, среда, в той или иной (в большинстве случаев в значительной) мере измененная человеком. К ней близки по смыслу «техногенная среда», «антропогенная среда», «промышленная среда».

Природная среда, окружающая природа это среда, не измененная человеком или измененная в малой степени. С термином «местообитание» обычно связывается та среда жизни организма или вида, в которой осуществляется весь цикл его развития. В «Общей экологии» речь обычно идет о природной среде, окружающей природе, местообитаниях; в «Прикладной и социальной экологии» – об окружающей среде. Этот термин часто считают неудачным переводом с английского *environment*, поскольку отсутствует указание на объект, который окружает среда.

Влияние среды на организмы обычно оценивают через отдельные факторы (лат. *делаящий, производящий*). Под экологическими факторами понимается любой элемент или условие среды, на которые организмы реагируют приспособительными реакциями, или адаптациями. За пределами приспособительных реакций лежат летальные (гибельные для организмов) значения факторов.

1. 5 Лекция № 5 (2 часа).

Тема: «Нормирование загрязняющих веществ в почве»

1.5.1 Вопросы лекции:

1. Направления нормирования загрязняющих веществ

2. Основные положения теории и практики гигиенического нормирования содержания вредных веществ в почве заключаются в следующем.

1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1. Направления нормирования загрязняющих веществ

Нормирование загрязняющих веществ в почве имеет три направления:

- -во-первых, нормирование содержания ядохимикатов в пахотном (корнеобитаемом) слое почвы сельскохозяйственных угодий;
- -во-вторых, нормирование накопления токсичных веществ на территории предприятия;
- -в-третьих - нормирование загрязненности почвы в жилых районах, преимущественно в местах временного хранения бытовых отходов.

В пахотном слое почвы вредные вещества нормируются по двум показателям: предельно допустимым (ПДК_п) и временно допустимым концентрациям (ВДК_п). Для установления ПДК_п используют данные о фоновых концентрациях исследуемых веществ, их физико-химических свойствах, параметрах стойкости, токсичности. При этом экспериментально устанавливают:

- -допустимую концентрацию вещества в почве, при которой его содержание в пищевых и кормовых растениях не превысит некоторых допустимых остаточных количеств (ДОК), иначе называемых ПДК в продуктах питания (ПДК_{пр}). Допустимое остаточное количество (ДОК) - это максимальное количество вещества, которое, поступая в организм на протяжении всей жизни, не вызывает никаких нарушений в здоровье детей и взрослых людей. Наряду с ДОК существует международный термин «максимально допустимый уровень» (МДУ), имеющий тот же смысл.
- -допустимую (для летучих веществ) концентрацию, при которой поступление вещества в воздух не превысит установленных ПДК для атмосферного воздуха (ПДК_{а.в});
- -допустимую концентрацию, при которой поступление вещества в грунтовые воды не превысит ПДК для водных объектов;
- -допустимую концентрацию, не влияющую на микроорганизмы и процессы самоочищения почвы.

Наиболее жесткие из ряда названных показателей принимаются в качестве ПДК_п, причем сравнение идет по одноименным показателям вредности, т. е. по сходному действию разных веществ.

Таким путем нормируется содержание в почве пестицидов (веществ, применяемых для уничтожения вредителей, возбудителей болезней, сорняков) и ряда химических элементов - преимущественно тяжелых металлов, галогенов (например, хлора), а также микроэлементов. Причем содержание примесей нормируется в зависимости от вида пищевых продуктов, выращиваемых на данной почве или в данном хозяйстве (мясных, молочных, рыбных, растительных).

Установлены ПДК_п в основном для ядохимикатов, применяемых в защите растений от вредителей, болезней, сорняков.

Временно допустимые концентрации ВДК_п, в отличие от ПДК_п, определяются расчетным путем для тех пестицидов, которые разрешены к использованию или в силу своих химических особенностей не требуют обязательного определения ПДК. Для этого применяют уравнения регрессии, полученные эмпирическим путем, которые связывают ПДК_п, например, с предельно допустимыми концентрациями в пищевых продуктах:

$$\text{ВДК}_\text{п} = 1,23 + 0,48 \lg \text{ПДК}_\text{пр}.$$

Санитарное состояние почвы оценивается по ряду гигиенических показателей, в том числе по так называемому санитарному числу, т. е. отношению содержания белкового азота к общему органическому. Кроме того, учитывается наличие кишечной палочки (коли-титр) личинок мух, яиц гельминтов. По комплексу этих показателей почва оценивается как

чистая или загрязненная. Коли-титр - минимальный объем воды или масса почвы, в которых обнаруживается хотя бы один экземпляр кишечной палочки.

Нормативы накопления токсичных отходов на территории предприятия устанавливаются на основе совокупности показателей, включающих размеры территории складирования, токсичность и химическую активность соединений, присутствующих в отходах. Для этого также существует ряд формул, хотя принципы такого нормирования и общие подходы к нему могут варьировать в регионах с различными почвенными и климатическими условиями.

Обычно нормируются два показателя: предельное количество токсичных промышленных отходов на территории предприятия и предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах.

Предельное количество отходов на территории предприятия - это такое их количество, которое можно размещать при условии, что возможное выделение вредных веществ в воздух не превысит 30 % от ПДК в воздухе рабочей зоны предприятия ПДК_{р.з.}. При этом вещества, наиболее опасные и даже хранимые в герметизированной таре, а также токсичные отходы очистных сооружений удаляются с территории предприятия в течение суток. Твердые сыпучие отходы, хранящиеся в контейнерах, пластиковых пакетах и бумажных мешках, удаляются в течение двух суток.

Предельное количество отходов и их судьбу определяют путем замеров содержания токсичных веществ в воздухе (с учетом эффекта суммации), получением средневзвешенной концентрации и делением ее на соответствующее значение ПДК (точнее - 30 % от ПДК_{р.з.}). Если отношение

$$C/0,3\text{ПДК}_{\text{р.з.}} > 1$$

то количество находящихся на территории отходов является предельным, и они подлежат немедленному удалению.

Предельное содержание токсичных соединений (в г/кг или мг/кг) в отходах определяется классом опасности этих отходов. Здесь используются сложные многоступенчатые расчеты, конечной целью которых является установление ПДК токсичных веществ в общей массе отходов. В расчетных формулах используются средняя летальная доза ЛД₅₀, коэффициент растворимости исследуемого вредного компонента, его летучесть и некоторые промежуточные показатели, в частности суммарный индекс опасности всех компонентов в отходах.

Контроль загрязнения почв осуществляется преимущественно в условиях населенных пунктов органами санитарно-эпидемиологической службы и включает: предупредительный надзор, заключающийся в апробации генеральной схемы очистки и проектов сооружений по очистке и обезвреживанию твердых промышленных и бытовых отходов, и текущий - с целью обеспечения санитарной охраны почвы, своевременного сбора и удаления промышленных отходов и вторичного сырья. Под контролем санитарной службы находится не только сбор, но и транспортировка отходов, согласование мест их захоронения и переработки. Это касается также осадков водоочистных сооружений (скопов, отработанного активного ила и др.).

Кроме того, существует ряд дополнительных показателей санитарного состояния почвы, определяемых как на территории производственных предприятий, так и населенных пунктов. К ним относятся:

- -санитарно-физико-химические оценки, касающиеся в основном почвенных фильтратов (санитарное число, кислотность, биохимическое потребление кислорода, окисляемость, содержание сульфатов, хлоридов и др.);
- -санитарно-энтомологические оценки - численность синантропных (связанных с жильем и бытом) насекомых, в первую очередь - мух во всех фазах их развития: взрослые особи, личинки, куколки;

- -санитарно-гельминтологические оценки, характеризующие наличие в почве в местах, посещаемых населением, гельминтов (червей, паразитирующих в органах человека, животных и растений, - цестод, нематод, трематод и др.);
- -санитарно-бактериологические оценки, включая наличие бактерий кишечной группы, а также других микроорганизмов, вызывающих заболевания человека и домашних животных.

2. Основные положения теории и практики гигиенического нормирования содержания вредных веществ в почве заключаются в следующем.

1. Поступление экзогенных химических веществ в почву не всегда следует рассматривать как опасное для здоровья человека и ОС.
2. Безопасность поступления химических веществ в почву определяется недопустимостью превышения адаптационной возможности самых чувствительных групп населения или порога самоочищающей (экологической) способности почвы.
3. Нормативы основываются на данных, полученных в экстремальных почвенно-климатических условиях (максимальная миграция вещества в контактирующие с почвой среды) с учетом влияния на процессы самоочищения и микробиоценоза.
4. Гигиенические нормативы устанавливаются с учетом лимитирующего показателя вредности: общесанитарного, водно-миграционного, воздушного (переход из почвы в воздух или воду), органолептического, фитоаккумуляционного (переход и накопление в растениях) и санитарно-токсикологического. Санитарно-токсикологический норматив учитывает возможность поступления веществ, содержащихся в почве, в организм человека одновременно несколькими путями: с пылью, вдыхаемым атмосферным воздухом, питьевой водой, продуктами питания и др.
5. Учитывая чрезвычайную вариабельность климатогеографических условий формирования почв, экспериментально обоснованную ПДК рассматривают как эталонную величину отсчета, используемую для оценки опасности загрязнения почвы в конкретных почвенно-климатических условиях.

Нормирование загрязняющих веществ в почве проводят по трем направлениям:

- нормирование содержания пестицидов (химических средств защиты растений) в пахотном слое почвы сельскохозяйственных угодий;
- нормирование накопления токсических веществ на территории предприятия;
- нормирование загрязненности почвы в жилых районах, главным образом в местах временного хранения бытовых отходов.

Загрязняющие вещества в пахотном слое почвы нормируются по двум показателям: предельно допустимым (ПДК_п) и временно допустимым концентрациям (ВДК_п).

Предельно допустимые концентрации загрязняющего вещества в почве — это максимальное его количество (мг/кг пахотного слоя абсолютно сухой почвы), установленное в экстремальных почвенно-климатических условиях, которое гарантирует отсутствие отрицательного прямого или опосредованного через контактирующие с почвой среды воздействия на здоровье человека, его потомство и санитарные условия жизни.

ПДК_а устанавливают, используя данные о фоновых концентрациях загрязняющих веществ, их физико-химических свойствах, параметрах стойкости, токсичности. На основе эксперимента устанавливают:

- допустимую концентрацию загрязняющего вещества в почве, при которой его содержание в пищевых и кормовых растениях не превысит некоторых допустимых остаточных количеств (ДОК) или ПДК в продуктах питания (ПДК_{пр});
- допустимую (для летучих веществ) концентрацию, при которой поступление вещества в воздух не превысит установленных ПДК для атмосферного воздуха (ПДК_{ав});
- допустимую концентрацию, при которой поступление вещества в грунтовые воды не превысит ПДК для водных объектов;

- допустимую концентрацию, которая не влияет на микроорганизмы и процессы самоочищения почвы.

Гигиеническое нормирование предусматривает обоснование пороговых концентраций загрязняющих веществ по шести показателям вредности: органолептическому (изменение запаха, привкуса, пищевой ценности, фитотест растений, а также запаха атмосферного воздуха, вкуса, цвета), общесанитарному (влияние на процессы самоочищения почвы), фитоаккумуляционному (транслокационному), водно-миграционному, воздушно-миграционному, санитарно-токсикологическому.

Санитарные нормы допустимых концентраций некоторых химических веществ в почве приведены в табл. 4.10.

Таблица 4.10

Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве

Вещество	ПДК, мг/кг почвы с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель
Подвижная форма		
Кобальт	5,0	Общесанитарный
Фтор	2,8	Транслокационный
Хром	6,0	Общесанитарный
Водорастворимая форма		
Фтор	10,0	Транслокационный
Валовое содержание		
Бенз(ос) пирен	0,02	Общесанитарный
Ксилолы (орто-, мета-, пара-)	0,3	Транслокационный
Мышьяк	2,0	То же
Отходы флотации угля	3000,0	Водный и общесанитарный
Ртуть	2,1	Транслокационный
Свинец	32,0	Общесанитарный
Свинец + ртуть Сернистые соединения (8):	20,0+ 1,0	Транслокационный
элементарная сера	160,0	Общесанитарный
сероводород	0,4	Воздушный
серная кислота	160,0	Общесанитарный
Стирол	0,1	Воздушный
Формальдегид	7,0	То же
Хлористый калий	560,0	Водный
Хром	0,05	Общесанитарный

Окончание табл. 4.10

Вещество	ПДК, мг/кг почвы с учетом фона (кларка)	Л и м и т и р у ю щ и й показатель
Ацетальдегид	10,0	Воздушно-

		миграционный
Изопропилбензол альфаме-	+	0,5
тилстирол		
Суперфосфат (P2O5)	200	Переход в растения

Жесткому нормированию подвергаются почвы на содержание в них пестицидов (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Предельно допустимые концентрации пестицидов в почве

Пестицид	ПДК, мг/кг почвы	Л имитирующий по казател ь
Актеллик	0,5	Транслокационный
Актеллик	0,1	Общесанитарный (для почв с рН менее 5,5)
Атразии	0,5	Транслокационный
Бетанал	0,25	То же
Волатоп	1,0	Транслокационный и воздушно-миграционный
2,4-ДА	0,25	Транслокационный
Золон	0,5	То же
Карбофос	2,0	»
Метафос	0,1	»
Прометрин	0,5	»
Раундап	0,5	»
Семерон	0,1	Водно-миграционный
Симазин	0,2	Транслокационный
Фосфамид	0,3	То же
Ципеб	0,2	Общесанитарный
Эптам	0,9	Транслокационный

Почвы вокруг городов, крупных предприятий цветной и черной металлургии, химической и нефтехимической промышленности, машиностроения нормируются по загрязнению тяжелыми металлами, нефтепродуктами, соединениями фтора и другими токсичными веществами (табл. 4.12).

Таблица 4.12

Предельно допустимые концентрации некоторых химических веществ в почве, мг/кг

Вещество	пдк	Лимитирующий признак
Бенз(а)пирен	0,02	Общесанитарный
Бензин	од	Воздушно-миграционный
Ванадий	150	Общесанитарный
Мышьяк	2	Транслокационный
Ртуть	2,1	То же
Свинец	32	Общесанитарный
Кобальт	5	То же
Медь	3	»

Полихлорбифениды (суммарно)	0,06	»
-----------------------------	------	---

Многие химические вещества, попадающие в почву из выбросов, сбросов и отходов промышленных предприятий, предприятий металлургии, машиностроения, относятся к 1-му и 2-му классу опасности (табл. 4.13).

Таблица 4.13

Классы опасности различных химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов и отходов

Класс опасности	Химическое вещество
1-й	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен
2-й	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
3-й	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Санитарное состояние почвы оценивается по ряду гигиенических показателей, таких как санитарное число (отношение содержания белкового азота к общему органическому), наличие кишечной палочки (коли-титр), личинок мух, яиц гельминтов (табл. 4.14). По комплексу данных показателей почва оценивается как чистая или загрязненная.

Таблица 4.14

Комплексные гигиенические показатели санитарного состояния почв

Оценка качества почвы	Личинки И КУКОЛКИ %/мух в 0,25 м ³ почвы, экз.	Яйца гельминтов в 1 кг почвы, экз.	Коли-титр	Титр анаэробных бактерий	Санитарное число
Чистая	0	0	1 и более	0,1 и более	0
Слабо загряз- ненная	Единично	До 10	1-0,01	0,1-0,001	0,85-0,98
Загрязненная	10-25	11-100	• 0,01- • 0,001	• 0,001— • 0,00001	0,70-0,80
Сильно загрязненная	Более 25	Более 100	0,001 и более	0,00001 и менее	0,70 и менее

Существует ряд дополнительных показателей санитарного состояния почвы, определяемых на территории как производственных предприятий, так и населенных пунктов (табл. 4.15):

санитарно-физико-химические оценки, относящиеся в основном к почвенным фильтратам (санитарное число, кислотность, биохимическое потребление кислорода, окисляемость, содержание хлоридов, сульфатов и др.);

Таблица 4.15

Номенклатура показателей санитарного состояния почвы

Характеризуемые свойства почвы	Показатель
Санитарно-	Санитарное число
химические	Азот аммонийный, мг/кг Азот нитратный, мг/кг Хлориды, мг/кг Пестициды, мг/кг Тяжелые металлы, мг/кг Нефть и нефтепродукты, мг/кг

Окончание табл. 4.15	
Характеризуемые свойства почвы	Показатель
Санитарно химические	Сернистые соединения, мг/кг Канцерогенные вещества, мг/кг Удобрения (остаточные количества), мг/кг рН Радиоактивные вещества, Ки/кг
Санитарно бактериологические	Термофильные бактерии, титр Бактерии группы кишечной палочки, коли-титр Бактерия клостридиум перфигепа, титр Патогенные микроорганизмы (по эпидемиологическим показателям), титр
Санитарно-гельминтологические	Яйца и личинки гельминтов жизнеспособные, экз/кг почвы
Санитарно-энтомологические	Личинки и куколки синантропных мух, экз./кг почвы

- санитарно-энтомологические оценки — синантропных (связанных с жильем и бытом) насекомых, в первую очередь мух, во всех фазах их развития (взрослые особи, личинки куколок);
- санитарно-гельминтологические оценки, характеризующие наличие в почве в местах, посещаемых населением, гельминтов (червей, паразитирующих в органах человека, животных и растений и т.д.);
- санитарно-бактериологические оценки, включая наличие бактерий кишечной группы, а также других микроорганизмов, вызывающих заболевания человека и домашних животных.

1. 6 Лекция № 6 (2 часа).

Тема: «Прикладная экология»

1.6.1 Вопросы лекции:

1. Кольца и поля.
2. Кольцо классов вычетов целых чисел

1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. 6 Лекция №7 (2 часа).

Тема: «Определение снижения уровня звука экранирующими сооружениями»

1.6.1 Вопросы лекции:

- 1. Порядок определения и оценки необходимого снижения уровня звука у населенных пунктов**
- 2. Определение требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения**
- 3. Определение требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения**
- 4. Выбор конструктивного исполнения шумозащитного экрана и технологические основы его проектирования**

1.7.2 Краткое содержание вопросов:

1. Порядок определения и оценки необходимого снижения уровня звука у населенных пунктов

Для расчета требуемого снижения транспортного шума и проектирования средств защиты от него застройки необходим рациональный перечень исходных данных.

Рациональный перечень исходных данных для расчета ожидаемых уровней шума в расчетных точках на территории населенных пунктов определяется типом учитываемых источников внешнего городского шума, особенностями планировочной структуры и рельефа местности населенного пункта, назначением защищаемых от шума объектов и участков территории.

Одним из основных, наиболее распространенных источников внешнего шума на территории населенных пунктов (городов) являются потоки легковых и грузовых автомобилей и общественного транспорта на улично-дорожной сети населенного пункта (города).

Исходным шумовым параметром автотранспортного потока, необходимым для проведения различных акустических расчетов, является его шумовая характеристика.

В качестве шумовой характеристики автотранспортного потока ГОСТ 20444-85 [1] установлен эквивалентный уровень звука, создаваемый потоком на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения автотранспорта и на высоте 1,5 м над уровнем проезжей части.

Шумовые характеристики автотранспортных потоков определяются для всех стадий проектирования расчетными методами. Лишь для настоящего периода они могут быть определены также и методом натурных измерений [1]. Однако такие измерения в масштабах всего населенного пункта (города) очень трудоемки, требуют больших затрат времени и финансов, что значительно затрудняет или делает даже невозможным в ряде случаев их проведение в полном объеме. Поэтому при оценке шума транспортных потоков в настоящий период часто применяют также расчетные методы. Для повышения надежности этих методов в условиях каждого конкретного населенного пункта нередко проводят выборочные измерения шумовых характеристик транспортных потоков и по ним корректируют расчетную методику, добиваясь наилучшей сходимости результатов расчетов с результатами натурных измерений.

Исходными данными для расчета шумовых характеристик автотранспортных потоков являются:

- интенсивность движения автотранспорта в часы пик дневного времени и наиболее шумный час ночного времени, натуральные ед./ч;
- суммарная доля грузового и общественного транспорта в потоке, %;
- средняя скорость движения автотранспорта в потоке, км/ч.

Для повышения точности расчета шумовых характеристик автотранспортных потоков необходимо учитывать ряд дополнительных параметров рассматриваемых магистралей, таких как:

- продольный уклон проезжей части магистрали (улицы, дороги);
- тип верхнего покрытия проезжей части;
- ширина разделительной полосы;
- число полос движения транспорта;

- длительность светофорного цикла вблизи перекрестков (разрешающая/запрещающая фаза светофора);
- тип застройки по обе стороны магистрали.

Кроме шумовых характеристик автотранспортных потоков, для расчетов ожидаемых уровней шума в расчетных точках на территории и в застройке населенных пунктов необходима следующая исходная информация:

- планировочная подоснова населенного пункта (города) с указанием расположения всех учитываемых автотранспортных магистралей;
- на планировочной подоснове должны быть показаны функциональные зоны или защищаемые от шума объекты (в соответствии с масштабом карты) и должен быть установлен допустимый для них уровень звука в соответствии с санитарными нормами (СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [2]);
- для каждой автотранспортной магистрали должны быть выделены участки с характерными параметрами движения и состава транспортных потоков и рассчитаны их шумовые характеристики;
- для выполнения акустических расчетов необходимо дополнительно определить по проекту вертикальной планировки территории отметки высот проезжей части магистралей, расчетных точек, основания проектируемого экрана.

2.2. Для оценки ожидаемого шумового режима на участке территории населенного пункта, который необходимо защитить от автотранспортного шума с помощью экрана, и определения основных акустических и конструктивных параметров шумозащитного экрана нужно выполнить следующие действия:

- на основании анализа ситуационного плана рассматриваемого участка городской территории выявить автотранспортные магистрали, на которых потоки автомобилей являются основными источниками шума, воздействующего на данную территорию и расположенные на ней жилые и общественные здания;
- условно разбить рассматриваемый участок территории на отдельные подучастки, отличающиеся по условиям генерации и распространения шума. В случаях, если между транспортной дорогой и расчетной точкой расположены экраны, или дорога (улица) на рассматриваемом участке резко изменяет свое направление, или шум в расчетную точку поступает от двух или большего числа дорог (улиц), то производят разбивку территории на участки, отличающиеся условиями распространения шума. При этом поступают следующим образом. Из расчетной точки на плане территории проводят лучи через края экранов (например, существующих зданий), через точки пересечения (или резкого изменения направления) улиц до пересечения с осями этих улиц. При этом получается ряд дополнительных участков, для каждого из которых следует провести самостоятельный акустический расчет;
- для каждого выделенного подучастка рассчитать шумовые характеристики относящихся к нему автотранспортных магистралей;
- выбрать расчетные точки в наиболее характерных местах намеченных подучастков территории, а также в необходимых случаях и в помещениях жилых и общественных зданий;
- рассчитать ожидаемые уровни шума в расчетных точках. Если шум в расчетную точку попадает от нескольких подучастков, то для каждого подучастка выполняется свой самостоятельный расчет, полученные результаты затем энергетически суммируются;
- определить требуемое снижение уровней шума в расчетных точках путем сравнения рассчитанных ожидаемых уровней шума с уровнями, допустимыми по санитарным нормам [2];
- с учетом требуемого снижения уровней шума определить требования к параметрам и конструкции проектируемого шумозащитного придорожного экрана.

При расчете уровней шума на площадках детских дошкольных учреждений, на участках школ, на площадках отдыха микрорайонов, кварталов и групп жилых домов, на

территориях больниц и санаториев расчетные точки выбирают на ближайшей к источнику шума границе площадок на высоте 1,5 м над уровнем их территории. При произвольном расположении расчетной точки на территории населенного пункта ее высота принимается также равной 1,5 м.

Расчетные точки на территориях, непосредственно прилегающих к жилым и общественным зданиям, выбирают согласно [4] на расстоянии 2 м от фасадов зданий как со стороны уличного, так и со стороны дворовых фасадов на уровне середины окон первого и последнего этажей зданий. Если расстояние от источника шума до здания составляет свыше 100 м, то можно ограничиться только одной расчетной точкой на уровне верхнего этажа. При наличии экранирующих сооружений ряд расчетных точек должен выбираться в зоне акустической тени за экранами.

2. Расчет ожидаемых уровней шума в расчетных точках на территории и внутри помещений

2. 1. Ожидаемый уровень звука ($L_{A \text{ р.т}}$)в расчетной точке от каждого подучастка рассчитывают по формуле

$$L_{A \text{ р.т.}} = L_{A \text{ экв.}} - L_{A \text{ рас.}} - L_{A \text{ воз.}} - \Delta L_{\text{в/т}} - L_{A \text{ пок.}} - L_{A \text{ зел.}} - L_{A \text{ экр.}} - L_{A \text{ застр.}} - L_{A \text{ отр.}} - \Delta L_{A \alpha}, \text{ дБА}, \quad (2.1)$$

где $L_{A \text{ экв.}}$ - шумовая характеристика автотранспортного потока, на магистрали, проходящей по соответствующему подучастку, дБА;

$L_{A \text{ рас.}}$ - снижение уровня шума автотранспортного потока, в зависимости от расстояния между ним и расчетной точкой, рассчитывается по формуле (2.2), дБА;

$L_{A \text{ воз.}}$ - снижение уровня шума, вследствие его затухания в воздухе, рассчитывается по формуле (2.3), дБА;

$\Delta L_{\text{в/т}}$ - поправка, учитывающая влияние турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука, рассчитывается по формуле (2.4), дБА;

$L_{A \text{ пок.}}$ - снижение уровня шума, вследствие его поглощения поверхностью территории, рассчитывается по формуле (2.5), дБА;

$L_{A \text{ зел.}}$ - снижение уровня шума полосами зеленых насаждений рассчитывается по формуле (2.7), дБА;

$L_{A \text{ экр.}}$ - снижение уровня шума экранирующими препятствиями (зданиями, насыпями, холмами, выемками, искусственными экранами и т.п.) на пути звуковых лучей от автомагистрали к расчетной точке рассчитывается по разделу 2, дБА;

$L_{A \text{ отр.}}$ - поправка, учитывающая отражение звука от ограждающих конструкций зданий (обычно принимают равной 3 дБА), дБА;

$\Delta L_{A \alpha}$ - поправка, учитывающая снижение уровня шума вследствие ограничения угла (α) видимости улицы (дороги) из расчетной точки, рассчитывается по формуле (2.8), дБА.

2.3.2. Вспомогательные величины, входящие в вышеуказанные формулы, определяются следующим образом.

Снижение уровня шума источника ($L_{A \text{ рас.}}$) с расстоянием равно:

$$L_{A \text{ рас.}} = 10 \lg (R / R_0), \text{ дБА} \quad (2.2)$$

где R - расстояние от акустического центра автотранспортного потока до расчетной точки, м;

$R_0 = 7,5$ м - для автотранспортных потоков.

2.3.3. При расчетах снижения шума с расстоянием акустический центр автотранспортного потока принимается расположенным по оси ближайшей к расчетной точке полосы движения транспорта и на высоте 1 м над уровнем проезжей части магистрали.

2.3.4. Снижение уровня шума, вследствие его затухания в воздухе ($L_{A \text{ воз.}}$), при выполнении акустических расчетов, связанных с санитарно-гигиенической оценкой зашумленности территории транспортными источниками, может быть рассчитано по формуле, в которой в скрытом виде учтены усредненные зависимости коэффициента поглощения звука от температуры и влажности воздуха, полученные на основании статистической оценки большого объема экспериментальных данных [3]:

$L_{A \text{ воз.}} = 0$, дБА, для $f = 63$ Гц,

$L_{A \text{ воз.}} = 6 \cdot 10^{-6} \cdot f$, дБА, для $f = 125 - 8000$ Гц, (2.3)

где f - среднегеометрическая частота октавной полосы в нормируемом диапазоне среднегеометрических частот от 63 до 8000 Гц.

2.3.5. Поправка ($\Delta L_{\text{в/т}}$), учитывающая влияние турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука, может быть вычислена по формуле

$\Delta L_{\text{в/т}} = 3/[1,6 + 10^5(1/R)^2]$, дБА, (2.4)

где R - расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки. Эта формула выведена при усреднении по различным температурным условиям и в предположении, что частота всех направлений ветра равновероятна.

2.3.6. В случае покрытия поверхности территории травой (газоны) или снегом или наличия рыхлого грунта следует дополнительно учитывать поглощение звука поверхностью территории ($L_{A \text{ пок}}$) с помощью следующих формул:

(2.5)

$$\Delta L_{\text{пок.}} = 6 \lg \left[\frac{\delta^2}{(1 + 0,01\delta^2)} \right],$$

$$\delta = \frac{1,4d \cdot 10^{-(0,3H_{\text{и.ш.}} + 1)}}{H_{\text{р.т.}}}$$

где

(2.6)

d - расчетное расстояние, равное $d = 1,4 \cdot R$, м;

$H_{\text{и.ш.}}$ и $H_{\text{р.т.}}$ - высоты источника шума и расчетной точки над уровнем территории, м.

Если при расчете по формуле (2.6) δ оказывается меньше единицы, то принимают $\Delta L_{\text{пок.}} = 0$.

В случае акустически жесткой поверхности (асфальт, бетон, плотный грунт, вода) $\Delta L_{\text{пок.}}$ во всех случаях равно нулю.

2.3.7. При посадке деревьев с плотным примыканием крон и сплошным заполнением подкоронового пространства кустарником, т.е. при устройстве так называемой шумозащитной полосы зеленых насаждений, обеспечиваемое ею снижение шума можно рассчитать по формуле

$\Delta L_{\text{зел.}} = \alpha_{\text{зел.}} \cdot B$, (2.7)

где $\alpha_{\text{зел.}}$ - постоянная затухания звука в зеленых насаждениях,

B - ширина шумозащитной полосы зеленых насаждений, м.

При отсутствии точных данных принимают среднюю величину $\alpha_{\text{зел.}} = 0,08$ дБ/м.

Эта формула справедлива при ширине полосы не более 100 м. При большей ширине полосы увеличение $\Delta L_{\text{зел.}}$ значительно замедляется и затруднительно для прогнозирования.

При обычной посадке зеленых насаждений их шумозащитный эффект выражен слабо и практически может не учитываться. Посадка хвойных пород деревьев эффективно снижает шум в течение всего года, посадка лиственных пород - только в летний период.

2.3.8. Поправка, учитывающая ограничение угла видимости магистрали из расчетной точки, рассчитывается по формуле

$$\Delta L_{\alpha} = 10 \lg (\alpha / 180), \text{ дБА.} \quad (2.8)$$

2.3.9. Снижение уровня шума ($L_{\text{А экр.}}$) экранирующими препятствиями на пути звуковых лучей от источника шума к расчетной точке рассчитывается с учетом типа экрана.

2.3.10. При воздействии на расчетную точку на территории нескольких источников внешнего шума вначале определяют шумовое воздействие каждого отдельного источника по формуле (1), а затем производят энергетическое суммирование их шумовых воздействий:

$$L_{\text{А р.т. сум.}}^{\text{терр.}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{\text{А р.т.}}^{\text{терр.}}}, \quad (2.9)$$

где i - номер отдельного источника внешнего шума;

$L_{\text{А р.т.}}^{\text{терр.}}$ - уровень шума, создаваемый i -м источником шума, дБА;

n - общее число воздействующих источников шума.

2.3.11. Ожидаемый уровень звука в расчетных точках внутри помещения может быть определен по формуле

$$L_{\text{пом.}}^{\text{А р.т.}} = L_{\text{А р.т. сум.}}^{\text{терр.}} - \Delta L_{\text{А ок.}}, \quad (2.10)$$

где $L_{\text{А р.т. сум.}}^{\text{терр.}}$ - суммарный уровень звука от всех внешних источников в 2-х м снаружи ограждений (окон) помещения;

$\Delta L_{\text{А ок.}}$ - снижение шума конструкцией окна.

Обычно при расчетах в качестве $\Delta L_{\text{А ок.}}$ принимают снижение шума окном при открытой форточке (узкой створке, фрамуге), как это требуется санитарными нормами [2] из условий вентиляции жилых помещений.

Согласно [3] $\Delta L_{\text{А ок.}} = 10$ дБА. Однако исследования показали, что фактически для мебелированных жилых комнат и рабочих кабинетов $\Delta L_{\text{А ок.}} = 15$ дБА. В случае применения в зданиях шумозащитных окон, снабженных вентиляционными устройствами с повышенной звукоизоляцией, $\Delta L_{\text{А ок.}}$ может составлять до 30 - 40 дБА, что позволяет во многих случаях обеспечивать нормативный шумовой режим в помещении даже при достаточно высоких уровнях шума.

2.3.12. Требуемое снижение уровней звука автотранспортного потока ($\Delta L_{\text{А тр.}}$) для расчетных точек на селитебной территории равно:

$$\Delta L_{\text{А тр.}} = L_{\text{А р.т.}}^{\text{терр.}} - L_{\text{А доп.terr.}}, \text{ дБА,} \quad (2.11)$$

а для расчетных точек в помещениях зданий равно:

$$\Delta L_{\text{А тр.}} = L_{\text{А р.т.}}^{\text{пом.}} - L_{\text{А доп.пом.}}, \text{ дБА.} \quad (2.12)$$

Это требуемое снижение ($\Delta L_{\text{А тр.}}$) шума автотранспортного потока можно обеспечить с помощью сооружения придорожного шумозащитного экрана, акустическая эффективность которого ($\Delta L_{\text{А тр.экр.}}$) должна быть не ниже чем $\Delta L_{\text{А тр.}}$.

3. Определение требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения

3.1. Одним из наиболее эффективных строительно-акустических средств защиты от транспортного шума селитебной территории и застройки является сооружение придорожных шумозащитных экранов.

3.2. Основным оценочным параметром экрана является его акустическая эффективность, на которую оказывают влияние многие факторы, характеризующие как сам экран, так и источник шума, и параметры окружающей среды.

Особую роль при этом играют факторы, связанные со звукопоглощением в среде. Механизмы этого поглощения могут быть различными, связанными с поглощением звука атмосферой, влиянием ветра, влажности воздуха, температурных градиентов, турбулентностей, зеленых насаждений и т.п.

3.3. Факторный анализ условий распространения шума автотранспортных потоков в окружающей среде при наличии экранов и с учетом звукопоглощения характеризует рассматриваемый сложный процесс во взаимосвязи с физическими явлениями, к числу которых в первую очередь следует отнести: расхождение звуковой энергии или дивергенцию, интерференцию, дифракцию, поглощение звука элементами внешней среды и др. Все эти явления оказывают существенное влияние на звуковое поле на селитебной территории и в застройке и должны учитываться при его расчете.

Картина значительно усложняется, когда на пути звуковых лучей от транспортной магистрали до расчетной точки имеются экранирующие сооружения. В качестве таких сооружений могут выступать холмы, насыпи, овраги, выемки, здания, искусственные стенки и т.п., за которыми образуется акустическая тень. Теоретически уровень звука в акустической тени должен быть значительно ниже уровня шума источника (на величину звукоизоляции экранирующей конструкции). Однако в зоне звуковой тени шум от магистрали, экранируемой экраном, исключается не полностью.

Проникание звуковой энергии за экран зависит от соотношения между размером препятствия и длиной волны. Чем больше длина звуковой волны (λ), тем меньше при данном размере препятствия область тени.

3.4. Проникание звука за экран обусловлено дифракцией звука на верхней и боковых (при не очень длинных экранах) кромках экрана. Строгий расчет дифракции звука на экране в общем виде представляет очень сложную задачу, разрешимую лишь для отдельных частных случаев. Одно из таких частных решений было получено Зоммерфельдом и Макдональдом [1] применительно к полубесконечному экрану:

$$(3.1)$$

где

$$\Delta L = -20 \lg \left| \frac{\Phi_1(\theta_0)}{H_0} \right| - 20 \lg \left| 1 + \frac{\Phi_2(-\theta_0)}{\Phi_1(\theta_0)} \right|,$$

$$\Phi_1(\theta_0) = jk \int_{-R}^{\infty} \frac{H_1^{(1)}(\tau^2 + kR)}{\sqrt{\tau^2 + 2kR}} d\tau,$$

$$\Phi_2(-\theta_0) = jk \int_{-R'}^{\infty} \frac{H_1^{(1)}(\tau^2 + kR')}{\sqrt{\tau^2 + 2kR'}} d\tau,$$

$$R = \sqrt{k(L - R)}, \quad \text{при } \cos \frac{\theta - \theta_0}{2} > 0,$$

и $R = -\sqrt{k(L - R)}$, - в остальных случаях;

$$R' = \sqrt{k(L - R')}, \quad \text{при } \cos \frac{\theta + \theta_0}{2} > 0,$$

и $R' = -\sqrt{k(L - R')}$, - в остальных случаях;

$$R = \sqrt{L^2 - 2rr_0 \cos(\theta - \theta_0)};$$

$$R' = \sqrt{L^2 - 2rr_0 \cos(\theta + \theta_0)};$$

$$L = \sqrt{(r + r_0)^2 + (z - z_0)^2};$$

$H_1^{(1)}$ - функция Ганкеля первого рода первого порядка;

r_0, θ_0, z - цилиндрические координаты точечного источника шума;

r, θ, z - цилиндрические координаты расчетной точки.

Несколько более точные результаты, в том числе и для линейных источников, могут быть получены с помощью теории дифракции Френкеля-Кирхгофа [2]

$$\Delta L_{\text{экр.}} = -10 \lg [DF]^2, \quad (3.2)$$

где

$$[DF] = -\frac{j}{2} \int_{u_1}^{u_2} \exp(j \frac{\pi}{2} u^2) du \cdot x \int_{v_1}^{v_2} \exp(j \frac{\pi}{2} v^2) dv =$$

$$-\frac{j}{2} \{ c(u_2) - c(u_1) + j[s(u_2) - s(u_1)] \} \cdot x \{ c(v_2) - c(v_1) + j[s(v_2) - s(v_1)] \}, \quad (3.3)$$

где $c(u_1), c(u_2), s(v_1), s(v_2)$ - интегралы Френеля.

Впоследствии Маекавой [3], на основании обобщения многочисленных экспериментальных данных, была разработана более удобная для практического применения формула, дающая небольшую погрешность:

$$\Delta L_{\text{экр.}} = 20 \lg \frac{\sqrt{2\pi|N|}}{th \sqrt{2\pi|N|}} + 5, \quad (3.4)$$

где N - число Френеля.

Сравнение результатов расчетов по (3.4) с экспериментальными данными показало, что погрешность не превышает 3 дБ, что является достаточно хорошей точностью при акустических расчетах.

3.5. Для повышения точности расчетов в математическую модель экранирующего эффекта (3.4) должны быть внесены некоторые поправки в зависимости от типа экрана.

При экране в виде вертикальной стенки

$$N = 2 \delta / \lambda, \delta = \alpha + \beta - c, \quad (3.5)$$

где δ - разность хода звуковых лучей через кромку экрана и через сам экран непосредственно,

$$(3.6)$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \sqrt{r_1^2 + (H_{\text{эк.}} - H_{\text{ист.}})^2}; \\ \beta &= \sqrt{r_2^2 + (H_{\text{эк.}} - H_{\text{р.т.}})^2}; \\ c &= \sqrt{(r_1 + r_2)^2 + (H_{\text{эк.}} - H_{\text{р.т.}})^2}; \end{aligned}$$

$$(3.7)$$

$$(3.8)$$

α - кратчайшее расстояние между акустическим центром источника шума и верхней кромкой экрана;

β - то же, но для расчетной точки за экраном;

c - расстояние между акустическим центром источника шума и расчетной точкой.

Найденное по (3.5) значение N подставляется в формулу (3.4).

3.6. При расчете акустической эффективности экрана-здания его дворовый фасад рассматривают как экран-стенку (расчеты по формулам (3.4) - (3.8), подставляя вместо r_1 ($r_1 + \Delta w$), Δw - ширина здания). К найденной величине добавляют поправку (K), учитывающую дифракцию звука на верхних и боковых кромках экрана. Величина этой поправки определяется по графикам из [4].

В случае экрана-насыпи или экрана-выемки необходимо учесть дополнительно влияние DL склонов на снижение уровней звука, которое определяется по табл. 3.1 в зависимости от угла (θ) между склоном и горизонтальной площадкой насыпи (выемки).

Таблица 3.1

Поправка на влияние крутизны склонов насыпи (выемки) на снижение уровней шума

Внешний угол θ , градусы	210	225	240	255
Поправка DL , дБА	6	5	3	1

3.7. Математическая модель экранирующего эффекта насыпи описывается формулой

$$\Delta L_{\text{эк.нас.}} = \Delta L_{\text{ст.}} + K(\lg \Delta w + 0,7) - DL, \quad (3.9)$$

для выемки:

$$\Delta L_{\text{эк.в.}} = \Delta L_{\text{ст.}} - DL, \text{ дБА.} \quad (3.10)$$

3.8. Автотранспортные магистрали можно рассматривать как линейный источник шума, т.е. в виде равномерно излучающей прямой линии большой длины. Такой источник излучает цилиндрические волны, в которых уменьшение уровня звука при удвоении расстояния составляет всего лишь 3 дБА и определяется уравнением

$$L = L_0 - 10 \lg(r/r_0), \quad (3.11)$$

где $r_0 = 7,5$ м.

В дальнем свободном звуковом поле, создаваемом транспортным потоком в безграничной однородной атмосфере без поглощения, звук распространяется по прямым линиям-лучам,

перпендикулярным фронту волны. С увеличением расстояния от источника поверхность фронта также увеличивается, вследствие чего интенсивность звука падает.

Однако в реальной атмосфере интенсивность звука снижается в большей степени, чем величина, зависящая только от расстояния до транспортной магистрали. Дополнительное снижение интенсивности вызвано поглощением звука, обусловленным различными причинами.

Одна из них связана с поглощением звука в спокойной атмосфере за счет обмена импульсами между молекулами воздуха в результате их теплового движения (классическое поглощение, происходящее вследствие вязкости и теплопроводности воздуха), а также за счет перераспределения энергии между молекулами с различными степенями свободы (молекулярное поглощение).

Последний фактор играет основную роль в снижении интенсивности звука. Классическим поглощением в большинстве случаев можно пренебречь. Величина молекулярного поглощения звука зависит от частоты звука, а также от температуры и влажности воздуха.

3.9. Реальная атмосфера находится в непрерывном движении. Плотность, температура, давление и влажность атмосферы непрерывно изменяются как во времени, так и в пространстве. Поэтому звуковые волны, распространяясь вдоль земной поверхности и преодолевая преграду - экран, претерпевают воздействия этих изменений на пути распространения, а также частично поглощаются и отражаются земной поверхностью. Это приводит к появлению существенной зависимости уровня звука за экраном от перечисленных факторов, т.е. к зависимости акустической эффективности экрана от звукопоглощения и других факторов.

Измерения плотности и температуры приводят к изменению волнового сопротивления атмосферы и скорости звука в ней. Существенную роль играет то обстоятельство, что в определенный момент времени температура в разных точках атмосферы непостоянна и возникает температурный градиент, который в общем случае является функцией координат. Появление градиента температуры обусловлено теплообменом между поверхностью земли и атмосферой.

Существо происходящих явлений проще всего понять в случае слоистой атмосферы, в которой установился постоянный (положительный или отрицательный) температурный градиент, и, следовательно, при возрастании высоты температура уменьшается или увеличивается на постоянную величину.

3.10. Любой звуковой луч, который исходит из источника шума (транспортного потока), испытывает преломление - рефракцию (точно так же, как световой луч в оптически неоднородных средах), распространяется криволинейно и в отличие от случая однородной атмосферы уже не представляет собой прямую линию.

В силу этого могут создаваться условия, приводящие к образованию «зоны молчания» - зоны звуковой тени. В такую теневую зону не попадает ни один из прямых звуковых лучей, исходящих от источника звука.

В дневное время температура обычно уменьшается с высотой, и происходит рефракция звука вверх; в тихую ночную погоду в приземном слое атмосферы нередко наблюдается инверсия температуры, и звуковые лучи прижимаются к земле.

3.11. Градиент звука подвержен также влиянию ветра. Появление градиента ветра чаще всего обуславливается трением между поверхностью земли и движущимся потоком воздуха. При распространении звука скорость ветра добавляется к скорости звуковых волн в неподвижной среде, и всякое изменение скорости ветра вызывает изменение скорости звука.

Следовательно, скорость распространения звука в атмосфере равна векторной сумме скорости звука в неподвижной атмосфере и скорости ветра. Звуковые лучи, распространяющиеся против ветра, загибаются кверху, что служит причиной появления зоны молчания, в которую не может проникнуть прямой звук. При распространении звука

в направлении ветра зона молчания отсутствует, поскольку звуковые лучи прижимаются к земле.

Днем с наветренной стороны от источника звука влияние ветра и температуры складываются и вызывают искривление лучей кверху. С подветренной стороны эти влияния вычитаются, так что искривление лучей происходит либо книзу, либо кверху, в зависимости от того, какая из величин преобладает. Ночью с подветренной стороны оба градиента складываются и вызывают искривление книзу, в то время как с наветренной стороны оба эффекта вычитаются.

Отсюда следует, что образование зоны звуковой тени, которое сопровождается наиболее сильным отклонением от обычного распространения звука, можно наблюдать преимущественно днем с наветренной стороны от источника звука. Ночью же теневая зона образуется лишь в очень редких случаях (главным образом с подветренной стороны). Последнее обстоятельство является одной из причин хорошей слышимости ночью.

3.12. Большое влияние на распространение звука оказывает турбулентность атмосферы (порывы ветра и т.п.). Вызываемые ею изменения скорости распространения звука приводят к кратковременным флуктуациям уровня звукового давления, которые могут составлять до 20 дБА при сильном порывистом ветре.

3.13. Во многих случаях при распространении автотранспортного шума источник звука и точка наблюдения находятся на высоте всего лишь нескольких метров или даже дециметров над поверхностью земли. Следовательно, звук распространяется параллельно земле или отражается от нее под небольшим углом. Поэтому можно предположить, что акустические свойства земной поверхности оказывают влияние на уровень звука в месте приема и что, в частности, грунт, сильно поглощающий звук, вызывает большее падение уровня звука, чем это имело бы место только из-за геометрического расхождения звуковых волн.

3.14. В некоторых случаях затухание, обусловленное поглощающим действием поверхности земли, играет заметную роль наряду с другими факторами. При этом влиянием низкого растительного покрова земли (травы, кустарника) практически можно пренебречь. Однако при наличии более высокого растительного покрова, например, в случае зеленых насаждений, наблюдается значительное затухание.

3.15. Эффект снижения шума в зеленых насаждениях зависит от характера посадок, пород деревьев и кустарников, времени года, а также от спектрального состава шума. Рядовые посадки деревьев на улицах и бульварах городов с открытым подкронным пространством оказывают незначительное влияние на улучшение шумового режима. Звук, особенно низкочастотный, беспрепятственно проходит сквозь такие посадки, и лишь высокочастотные составляющие шума частично рассеиваются и поглощаются. Для обеспечения существенного снижения шума посадки зеленых насаждений должны состоять из деревьев с густыми кронами, смыкающимися между собой, а пространство под кронами должно быть заполнено кустарником так, чтобы не было просветов.

3.16. Учет поглощения звука в атмосфере и его рассеивания на атмосферных неоднородностях

Как было отмечено выше, при распространении шума за экранами происходит дополнительное снижение его уровней за счет вязкости и теплопроводности воздуха (классическое поглощение, обусловленное обменом импульсами между движущимися молекулами) и за счет перераспределения энергии между различными степенями свободы молекул (молекулярное поглощение). Эти виды поглощения звука зависят от частоты, температуры и влажности воздуха. В общем случае эта зависимость носит сложный характер, который не поддается описанию аналитической формулой. Поэтому для более точных расчетов следует пользоваться табличными значениями коэффициентов поглощения звука (β) в атмосфере, установленными экспериментально (табл. 3.2)

Таблица 3.2

Коэффициент поглощения звука в воздухе $\beta \cdot 10^2$ дБ/м

Среднегеом. частоты октавных полос, Гц	Температура воздуха, °С								
	0°			10°			20°		
	Относительная влажность, %								
	50	70	90	50	70	90	50	70	90
63	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
125	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
250	0,08	0,07	0,07	0,09	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11
500	0,21	0,16	0,14	0,17	0,17	0,17	0,21	0,21	0,21
1000	0,61	0,42	0,33	0,39	0,35	0,35	0,42	0,42	0,42
2000	1,80	1,20	0,93	1,40	0,78	0,91	0,85	0,85	0,85
4000	4,80	3,60	2,80	3,10	2,10	1,70	2,00	1,70	1,70
8000	12,00	9,60	7,70	8,60	6,10	4,60	5,30	3,90	3,40

Как видно из таблицы, с ростом частоты, при постоянных температуре и влажности, коэффициент поглощения увеличивается, т.е. более высокие частоты затухают сильнее. При фиксированной частоте зависимость коэффициента поглощения от температуры и влажности воздуха носит нелинейный характер, достигая минимума при некоторых их сочетаниях, различных для разных частот. При выполнении ориентировочных акустических расчетов, связанных с санитарно-гигиенической оценкой зашумленности территории транспортными и промышленными источниками, можно пользоваться упрощенной аналитической зависимостью коэффициента звука в воздухе [5]

$$\beta = 0,375 \cdot \lg(f/63), \quad (3.12)$$

где f - среднегеометрическая частота октавной полосы в нормируемом диапазоне от 63 до 8000 Гц.

Так как формула (3.12) получена на основании статистического усреднения эмпирических данных (табл. 3.2), то в ней в скрытом виде учтены усредненные зависимости коэффициента поглощения от температуры и влажности воздуха.

При распространении звука на большие расстояния существенную роль играет затухание, связанное с турбулентностью воздуха. Оно определяется рассеянием звука на неоднородностях атмосферы, обусловленных порывами ветра, потоками воздуха в вертикальном направлении из-за разности температур земли и воздуха, а также разности давлений по высоте. Ввиду случайного характера этих флуктуации нельзя установить единую аналитическую формулу, охватывающую все случаи.

Полагая частоту фиксированной, можно найти, что затухание из-за турбулентности воздуха изменяется с расстоянием (r) от источника по законам:

$$\beta_{\text{тур.}} = 0,00295 \cdot f \cdot r, \text{ при } 100 \leq f \leq 1600 \text{ Гц}, \quad (3.13)$$

$$\beta_{\text{тур.}} = 0,0105 \cdot f \cdot r, \text{ при } 1600 < f \leq 4000 \text{ Гц}, \quad (3.14)$$

где r выражено в км.

Из анализа этих формул и на основании экспериментов установлено, что турбулентное затухание звука в атмосфере на низких частотах слабо зависит от расстояния. На средних и высоких частотах оно наиболее сильно меняется для расстояний до 2 км, после чего дальнейший его прирост сильно замедляется. Для расстояний менее 500 м турбулентное затухание может играть существенную роль, а при расстояниях свыше 4 км его можно уже не учитывать, так как при таких расстояниях шум практически спадает до фоновых уровней.

3.16. Учет влияния градиентов температуры и скорости ветра

На распространение шума транспортных потоков при наличии придорожных экранов существенное влияние может оказывать ветер, так как при достаточно большой скорости ветра и на достаточно больших расстояниях проявляются особые эффекты, связанные с искривлением хода звуковых лучей.

В однородной атмосфере без ветра звуковые лучи представляют собой прямые линии, проведенные из центра источника шума, скорость звука во всех направлениях одинакова. При наличии ветра его скорость геометрически складывается со скоростью звука в направлении каждого луча. Поэтому при распространении звука в направлении ветра суммарная скорость увеличивается, а против направления ветра уменьшается. Скорость ветра в нижних слоях атмосферы уменьшается за счет трения воздушного потока о поверхность земли, влияния растительности и застройки. С увеличением высоты движение воздуха становится беспрепятственным, и скорость ветра увеличивается. В силу этого, с увеличением высоты скорость звука увеличивается по направлению ветра, и звуковые лучи искривляются по направлению к земле. Это приводит к тому, что на больших расстояниях от источника шума наблюдаются повышенные уровни шума, а акустическая эффективность экрана уменьшается по сравнению со случаем спокойной атмосферы.

При распространении звука навстречу ветру (против ветра) скорость звука с высотой уменьшается, и звуковые лучи искривляются вверх. В силу этого, начиная с некоторого расстояния, звуковые лучи не достигают поверхности земли и образуется зона звуковой тени, или зона молчания, которая отсутствовала бы при спокойной атмосфере.

Учет влияния градиента ветра на распространение звуковых волн целесообразно проводить вместе с учетом влияния градиента температуры атмосферы.

В каждый конкретный момент времени температура воздуха в различных точках даже одной и той же местности неодинакова. Это связано в первую очередь с неравномерным теплообменом поверхности земли и атмосферы, зависящим от характеристик поверхностного слоя земли и неравномерности прогрева атмосферы по высоте. Разница в температурах различных участков атмосферы приводит к появлению градиента температуры, а следовательно, к изменению скорости звука и к искривлению звуковых лучей. Так как температура является скалярной величиной, то она воздействует на распространение звука равномерно во все стороны.

При неустойчивых состояниях погоды земная поверхность обычно имеет большую температуру, и вследствие этого температура воздуха и скорость звука в нем с высотой уменьшаются. При этом звуковые лучи отклоняются по направлению от земли и на некотором расстоянии от источника возникает зона молчания.

При устойчивых состояниях погоды часто наблюдается инверсия температуры (положительный градиент температуры), т.е. возрастание температуры воздуха с высотой. Это вызывает искривление звуковых лучей по направлению к земле, что создает благоприятные условия для распространения звука на большие расстояния. Инверсия температуры воздуха обычно наблюдается в ночное время.

В отдельных случаях возможно такое сочетание погодных условий, что на некоторой высоте (обычно вблизи поверхности земли) образуется так называемый воздушный волновой канал - слои воздуха с пониженной скоростью звука, окруженные со всех сторон слоями воздуха с повышенной скоростью звука. Звуковые лучи от транспортных источников шума, попадающие в волновой канал, испытывают достаточно сильное отражение от граничных слоев канала, в результате чего звук слабо затухает и способен распространяться на сверхдальние расстояния.

Неустойчивые состояния погоды, приводящие к неустойчивой слоистости воздуха, обычно наблюдаются при солнечной погоде днем и в летний период года.

Устойчивые состояния погоды (устойчивая слоистость воздуха) наблюдаются чаще зимой вечером и ночью при ясной безветренной погоде.

При равновероятной частоте всех направлений ветра и при усреднении по различным температурным условиям поправка к расчетным уровням звука за экраном может быть вычислена по формуле

$$\Delta L_{в/г} = 3/[1,6 + 10^5 (r_0 / r)^2], \text{ дБ}, \quad (3.15)$$

где r - расстояние от акустического центра автотранспортного потока до расчетной точки, м;

$r_0 = 1$ м - опорное расстояние.

Расстояние от транспортной магистрали до границы зоны молчания (звуковой тени) $r_{\text{тен.}}$ рассчитывается по формуле

$$r_{\text{тен.}} = \left[\frac{2}{\frac{1}{c_0} \cdot \frac{\partial c}{\partial h} \cos \varphi \pm \frac{1}{T_0} \cdot \frac{\partial T}{\partial h}} \right]^{1/2} \cdot (\sqrt{H_{\text{и.ш.}}} + \sqrt{H_{\text{р.т.}}}) \quad (3.16)$$

где c_0 и T_0 - скорость звука и абсолютная температура воздуха непосредственно около поверхности земли;

dc/dh , dT/dh - градиенты скорости звука и температуры воздуха;

$H_{\text{и.ш.}}$, $H_{\text{р.т.}}$ - высоты акустического центра транспортного потока и расчетной точки над уровнем поверхности земли.

Знак «+» в формуле (3.16) берется при совпадающем действии градиентов, знак «-» при их противоположном действии.

3.17. Учет влияния поглощения и отражения звука покрытием территории

Так как автотранспортный поток и точка наблюдения находятся обычно на небольшой высоте над поверхностью территории, то звук распространяется, в основном, в приземном слое. При этом в точку наблюдения приходят три составляющие: прямой звук; звук отраженный от поверхности земли и так называемая «земная» волна. Математическая модель этого процесса описывается уравнением

$$\frac{P}{P_0} = e^{jk_z r_{\text{пр.}}} / k_z r_{\text{пр.}} + R_p \left(e^{jk_z r_{\text{отр.}}} / k_z r_{\text{отр.}} \right) + (1 - R_p) \left(e^{jk_z r_{\text{отр.}}} / k_z r_{\text{отр.}} \right) F, \quad (3.17)$$

где P - звуковое давление в точке наблюдения;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па - опорное звуковое давление;

k_v - волновое число для воздуха;

$r_{\text{пр.}}$, $r_{\text{отр.}}$ - длины путей прямого и отраженного звука;

R_p - коэффициент отражения волны от поверхности земли;

F - комплексная функция, учитывающая взаимодействие фронта волны с поверхностью, обладающей конечным импедансом.

Величины R_p и F в свою очередь рассчитываются по формулам

$$R_p = \frac{\sin \theta - \beta \left(1 - k_e^2 / k_e^2 \cos^2 \theta \right)^{1/2}}{\sin \theta + \beta \left(1 - k_e^2 / k_e^2 \cos^2 \theta \right)^{1/2}}, \quad (3.18)$$

где θ - угол отражения звука;

$\beta = Z_v / Z_v$ - отношение акустических импедансов воздуха и поверхности земли;

k_v - волновое число поверхности земли.

$$F = 1 + 2jw^{1/2} e^{-w} \int_{-jw^{1/2}}^{\infty} e^{-w^2} dw,$$

$$(3.19)$$

где

Как видно из этих зависимостей, амплитуда «земной» волны на небольших расстояниях от источника ($w \ll 1$) остается практически постоянной, т.е. эта волна не затухает. На больших расстояниях ($w \gg 1$) затухание «земной» волны резко увеличивается и составляет 6 дБ на каждое удвоение расстояния.

В физическом смысле «земная» волна представляет собой поток звуковой энергии, распространяющейся в воздухе вблизи поверхности земли со скоростью, меньшей скорости звука в свободном пространстве на величину, зависящую от импеданса поверхности земли и спадающую по экспоненте с высотой. На расстояниях свыше 500 м «земную» волну можно уже не учитывать в силу ее малости.

На небольших расстояниях (до 100 м) звуковое поле источника формируют все три волны, на расстояниях от 100 до 500 м и небольших высотах - в основном прямой и отраженный звук. На достаточно больших высотах ($h \gg H_{и.ш.}$; $h \gg H_{р.т.}$) влияние отраженной волны значительно уменьшается и определяющим является лишь прямой звук.

В случае покрытия поверхности территории травой (газоны) или снегом или наличия рыхлого грунта следует дополнительно учитывать поглощение звука с помощью следующей математической модели:

(3.20)

$$\Delta L_{\text{пок}} = 6 \lg \left[\frac{\delta^2}{(1 + 0,01\delta)^2} \right],$$

$$\delta = \frac{1,4d \cdot 10^{-(0,3H_{и.ш.} + 1)}}{H_{р.т.}},$$

где

(3.21)

d - расстояние по перпендикуляру от расчетной точки до автотранспортного потока, $H_{и.ш.}$ и $H_{р.т.}$ - высоты акустического центра автотранспортного потока и расчетной точки над уровнем территории.

Если при расчете по формуле (3.21) δ оказывается меньше единицы, то принимают $\Delta L_{\text{пок}} = 0$

В случае акустически жесткой поверхности (асфальт, бетон, плотный грунт, вода) $\Delta L_{\text{пок}}$ во всех случаях равно нулю.

3.19. Учет влияния зеленых насаждений.

Определенное влияние на распространение шума автотранспортных потоков за экраном оказывают зеленые насаждения (посадки деревьев, кустарников). Обычные городские посадки из отдельно стоящих деревьев шумозащитным эффектом не обладают. Но таким эффектом обладают шумозащитные полосы зеленых насаждений. Расстояние между деревьями в полосе должно быть не более 4 м, высота деревьев не менее 5 - 8 м,

кустарника не менее 2 м. Посадка деревьев может быть рядовая или шахматная, причем все подкروновое пространство должно быть полностью заполнено кустарником без просветов. На каждом участке территории может быть устроена одна или несколько таких полос, разделенных воздушными промежутками.

В общем случае их влияние зависит от ширины полосы зеленых насаждений, ее плотности, дендрологического состава и др. факторов. При расчетах целесообразно пользоваться постоянной затухания звука в зеленых насаждениях, показывающей величину затухания на единицу ширины зеленой полосы.

Согласно экспериментальным данным [4], постоянная затухания звука лежит в пределах от 0,02 до 0,15 дБ/м и лишь при особо густых посадках большой ширины может достигать до 0,35 дБ/м. Исследования показали, что дополнительная, по сравнению со случаем открытой территории, акустическая эффективность плотных полос зеленых насаждений при ширине полосы 20 - 40 м, высоте деревьев 5 - 12 м составляет 2 - 5 дБ, при ширине полосы 100 - 140 м она достигает до 8 - 9 дБ. Дальнейший прирост снижения шума не пропорционален ширине полосы. Это объясняется тем, что поглощающий эффект зеленых насаждений наиболее выражен на частотах свыше 1000 Гц, а уровни транспортных потоков на этих частотах значительно меньше, чем на низких частотах. Затухание звука на этих частотах обусловлено в основном рассеянием и поглощением звука листьями, ветками и стволами деревьев. В диапазоне 200 - 400 Гц происходит некоторое снижение уровней звука вследствие интерференции прямого и отраженного звука.

При посадке деревьев с плотным примыканием крон и заполнением подкронового пространства кустарником снижение шума зелеными насаждениями можно рассчитывать по формуле

$$\Delta L_{\text{зел.}} = \alpha_{\text{зел.}} B, \quad (3.22)$$

где $\alpha_{\text{зел.}}$ - постоянная затухания звука в зеленых насаждениях. При отсутствии точных данных принимают среднюю величину $\alpha_{\text{зел.}} = 0,08$ дБ/м. Эта формула справедлива при ширине полосы не более 100 м. При большей ширине полосы дальнейшее увеличение $\Delta L_{\text{зел.}}$ значительно замедляется и носит неопределенный характер.

При проектировании шумозащитной полосы зеленых насаждений следует учитывать быстроту роста, высоту, долговечность, форму и плотность кроны, устойчивость по отношению к выхлопным газам. Применяемые древесно-кустарниковые растения по размерам делятся на:

- деревья первой величины (высота свыше 20 м, диаметр кроны 10 - 15 м). К ним относятся: береза пушистая, дуб, клен остролистный, лиственница сибирская, пихта сибирская, ель, сосна, тополь, осина, липа крупнолистная, ива серебристая;
- деревья второй величины (высота 10 - 20 м, диаметр кроны 5 - 8 м). Это клен полевой, ольха серая, ива ломкая, каштан конский;
- деревья третьей величины (высота 5 - 10 м, диаметр кроны 3-5 м). Это клен татарский, рябина обыкновенная;
- деревья четвертой величины (высота 2 - 5 м, диаметр кроны 1 - 3 м). К этой группе относятся рябина лучистая, боярышник обыкновенный, черемуха виргинская, туя западная.

Из кустарников применяют крупные кустарники (высота 4 - 9 м, диаметр 2 - 5 м) - акация желтая, бирючина, жимолость, сирень, калина, лох, бересклет, а также средние кустарники (высота 1 - 3 м, диаметр 2 - 5 м) - смородина золотистая, кизильник, чубушник, таволга.

Быстрорастущие породы деревьев (тополь, береза, ива и др.) менее долговечны, чем медленно растущие (дуб, липа, клен и др.).

Следует учитывать, что в холодное время года лиственные деревья сбрасывают листву и их шумозащитный эффект уменьшается до нуля. Посадки хвойных пород деревьев эффективно снижают шум в течение всего года. Поэтому целесообразно вводить в

шумозащитные полосы хвойные породы деревьев. Однако следует учитывать, что в городских условиях они часто плохо растут и поэтому их применение ограничено.

При проектировании следует стремиться к тому, чтобы высота деревьев была на 1,5 - 2 м и более выше линии, соединяющей акустический центр транспортного потока с расчетной точкой на уровне середины окон последнего этажа защищаемого от шума здания.

В условиях сложившейся городской застройки шумозащитные полосы зеленых насаждений практически неприменимы. Однако при проектировании или реконструкции скоростных дорог, особенно в загородной зоне, такие посадки могут широко применяться. Почва в районе зеленой полосы должна быть покрыта густой травой. Это будет способствовать дополнительному поглощению звука в приземном слое.

При необходимости, организации проходов в полосах зеленых насаждений эти проходы должны проектироваться под острым углом к транспортной магистрали для уменьшения проникновения шума в застройку.

При проектировании полос зеленых насаждений следует также учитывать, что они частично поглощают вредные выхлопные газы автомобилей и создают дополнительный психологический эффект приглушения шума.

3.20. Учет звукопоглощения экранов

Для экранов, предназначенных для установки на улицах или дорогах с двухсторонним расположением защищаемых от шума зданий, должны быть предусмотрены со стороны магистрали звукопоглощающие конструкции в виде резонирующих панелей, звукопоглощающих облицовок или заполнений.

Применение звукопоглощающих конструкций позволяет снизить уровни шума, отраженного от экранов, и добиться за счет этого, во-первых, общего снижения шума магистрали, и, во-вторых, значительно ослабить влияние на зашумленность застройки, расположенной напротив экрана на противоположной стороне магистрали, отражений звука от экрана. Звукопоглощающая обработка поверхностей экрана имеет особенно большое значение при параллельном расположении экранов на противоположных сторонах магистрали.

В настоящее время отсутствуют какие-либо способы расчета эффекта, даваемого звукопоглощающей облицовкой поверхности экрана. Из практики известно лишь, что этот эффект может достигать нескольких дБА.

Звукопоглощающие материалы, используемые для облицовок или заполнения экрана, должны обладать стабильными физико-механическими и акустическими показателями в течение всего периода эксплуатации, быть биостойкими и влагостойкими, не выделять в окружающую среду вредных веществ в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации для атмосферного воздуха.

Для увеличения эффективности звукопоглощающих облицовок они должны крепиться на жестком основании непосредственно на поверхности экрана. Для защиты звукопоглощающего материала от попадания влаги необходимо предусматривать защитное покрытие в виде пленки. Снаружи экраны со звукопоглощающей облицовкой должны защищаться перфорированными листами из алюминия, стали или пластика.

3.21. Методика определения требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения

Ожидаемый уровень звука ($L_{A \text{ т тс}}$) в расчетной точке при наличии экрана и с учетом звукопоглощения рассчитывают по формуле

$$L_{\text{терр.}}^{\text{А р.т.}} = L_{A \text{ экв.}} - L_{A \text{ рас.}} - L_{A \text{ воз.}} - \Delta L_{\text{в/т}} - L_{A \text{ пок.}} - L_{A \text{ зел.}} - L_{A \text{ экр.}} - L_{A \text{ застр.}} + L_{A \text{ отр.}} - \Delta L_{A \alpha}, \text{ дБА,} \quad (3.23)$$

где $L_{A \text{ экв.}}$ - шумовая характеристика автотранспортного потока, на магистрали, дБА;

$L_{A \text{ рас.}}$ - снижение уровня шума автотранспортного потока, в зависимости от расстояния между ним и расчетной точкой, дБА;

$L_{A \text{ воз.}}$ - снижение уровня шума, вследствие его затухания в воздухе, дБА;

$\Delta L_{в/т}$ - поправка, учитывающая влияние турбулентности воздуха и ветра на процесс распространения звука, дБА;

$L_{А пок.}$ - снижение уровня шума, вследствие его поглощения поверхностью территории, дБА;

$L_{А зел.}$ - снижение уровня шума полосами зеленых насаждений, дБА;

$L_{А экр.}$ - снижение уровня шума экранирующими препятствиями (зданиями, насыпями, холмами, выемками, искусственными экранами и т.п.) на пути звуковых лучей от автомагистрали к расчетной точке, дБА;

$L_{А \alpha}$ - поправка, учитывающая снижение уровня шума вследствие ограничения угла (α) видимости улицы (дороги) из расчетной точки, дБА.

При расчете входящих в формулу величин следует использовать расчетные зависимости, приведенные ранее в пунктах 3.15. - 3.19.

Полученное значение ($L_{А р.т.терр.}$) сравнивают с допустимым уровнем звука для данной расчетной точки ($L_{А доп.}$). Разность между ними представляет собой требуемое снижение шума экраном ($\Delta L_{А тр.}$):

$$\Delta L_{А тр.} = L_{А р.т.терр.} - L_{А доп.}, \text{ дБА.} \quad (3.24)$$

4. Выбор конструктивного исполнения шумозащитного экрана и технологические основы его проектирования

4.1. При проектировании новой и реконструкции существующей застройки на примагистральных территориях следует учитывать, что она будет подвергаться во многих случаях интенсивному воздействию транспортного шума, обусловленного движением автотранспорта, троллейбусов, трамваев, поездов на участках железных дорог и на открытых линиях метрополитена.

Нередко это будет приводить к неблагоприятному шумовому режиму в застройке, не удовлетворяющему требованиям санитарных норм [2]. Это в свою очередь потребует применения шумозащитных средств.

Одним из наиболее акустически эффективных и экономически относительно недорогих средств снижения транспортного шума являются придорожные шумозащитные экраны, которые защищают от шума не только здания, но и расположенную за экранами дефицитную городскую территорию, позволяя тем самым использовать ее под строительство жилых и общественных зданий и объектов социально-бытового назначения.

В условиях стесненной городской застройки, высокой плотности улично-дорожной сети, дефицита свободных территорий наиболее целесообразно применение придорожных шумозащитных экранов в виде вертикальных стенок из сборного и монолитного железобетона, кирпича, металла, композита, дерева с биостойкой пропиткой, акрила, поликарбоната и др. материалов, устанавливаемых вплотную к поверхности территории между транспортной магистралью и защищаемыми от ее шума объектами.

Однако в ряде случаев, и особенно в загородных условиях, возможно применение и других видов экранов, таких как выемки, насыпи, грунтовые валы, холмы, террасы, элементы естественного рельефа местности. Акустический расчет этих видов экранов производится на основе условного представления их в виде эквивалентных вертикальных экранов-стенок. Поэтому далее целесообразно рассмотреть общую методику расчета и проектирования вертикальных экранов-стенок и лишь затем отличительные особенности, связанные непосредственно с видом экрана.

При проектировании экранов следует учитывать, что шум от транспортной магистрали может поступать в какую-либо точку пространства за экраном (расчетную точку) двумя основными путями: в виде звука, передаваемого непосредственно через тело экрана (прямой звук), и в виде звука, огибающего верхний край и боковые кромки экрана (дифрагированный звук).

Для предотвращения влияния прямого звука поверхностная плотность экрана (масса 1 м^2 конструкции экрана толщиной h) должна быть не ниже величины, приведенной в табл. 4.1, в зависимости от требуемого снижения шума экраном.

Таблица 4.1.

Требуемая минимальная поверхностная плотность конструкции экрана в зависимости от требуемого снижения уровня звука

Требуемое снижение уровня звука, дБА	5	10	14	16	18	20	22	24
Минимальная поверхностная плотность конструкции экрана, кг/м^2	14,5	17	18	19,5	22	24,5	32	39

4.2. При распространении транспортного шума в расчетную точку вторым путем звуковая энергия источника частично теряется при дифракции звука на верхнем крае и боковых кромках экрана (непосредственный экранирующий эффект), частично уменьшается за счет расширения фронта звуковой волны (снижение шума с расстоянием), частично затухает в воздухе (затухание в воздухе). В результате в расчетной точке за экраном наблюдается пониженный уровень шума.

4.3. Количественной мерой шумозащитного эффекта экрана является его акустическая эффективность, которая представляет собой разность между уровнями шума в расчетной точке до установки и после установки экрана при прочих равных условиях.

Акустическая эффективность экрана определяется только его геометрическими размерами и месторасположением. Поэтому она зависит от высоты и длины экрана, от расстояния между ним и магистралью, между ним и расчетной точкой, а также от высоты расчетной точки над поверхностью территории, но не зависит от шумовой характеристики транспортного потока.

В то же время уровень шума в расчетной точке за экраном зависит как от акустической эффективности экрана, так и от шумовой характеристики транспортного потока на магистрали.

4.4. При проектировании экрана следует также учитывать, что шумозащитный эффект экрана (акустическая эффективность $\Delta L_{\text{А экр}} > 0$) проявляется только в зоне акустической тени, расположенной за экраном (рис. 4.1).

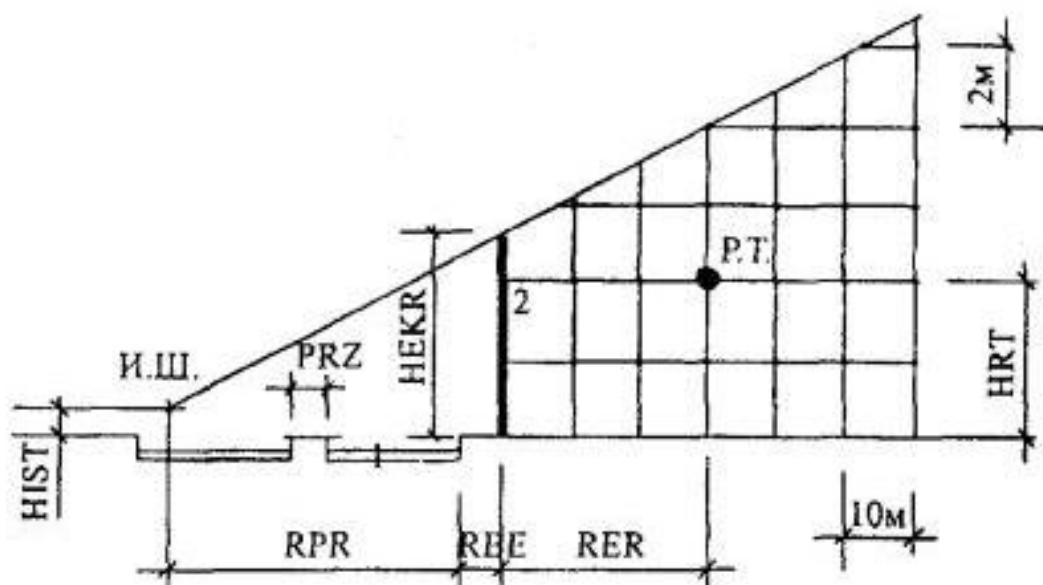


Рис. 4.1. Расчетная схема для определения экранирующего эффекта в расчетной точке (вертикальный разрез участка территории):

И.Ш. - источник шума; Р.Т. - расчетная точка; 1 - транспортная магистраль; 2 - экран; PRZ - ширина разделительной полосы; RPR - расстояние от оси самой дальней полосы (пути) движения транспорта до бордюра проезжей части; RBE - расстояние от бордюра

проезжей части да экрана; RER - расстояние от экрана до расчетной точки; HIST - высота акустического центра транспортного потока; HEKR - высота экрана

Граница зоны акустической тени (на вертикальном разрезе участка селитебной территории - рис. 4.1) представляет собой прямую линию, соединяющую акустический центр источника шума, располагаемый на высоте 1 м над уровнем проезжей части (головки рельефа) магистрали и по оси самой дальней полосы (пути) движения транспорта, с вершиной экрана и продолженную далее в область пространства за экраном. Пространство под этой прямой представляет собой зону акустической тени. В область пространства над прямой транспортный шум проникает беспрепятственно, и шумозащитный эффект экрана здесь отсутствует.

В силу специфичности влияния длины экрана на его акустическую эффективность все экраны могут быть разделены на две группы: протяженные и ограниченной длины.

Протяженный экран - это экран такой длины, при которой боковые кромки экрана видны из расчетной точки под углом $\alpha > 168^\circ$ (рис. 4.2).

Экран ограниченной длины - это экран такой длины, при которой боковые кромки экрана видны из расчетной точки под углом $\alpha \leq 168^\circ$ (рис. 4.2).

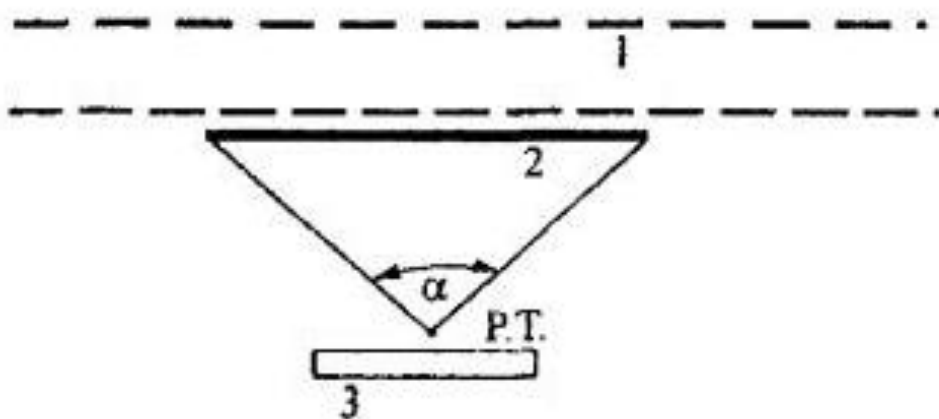


Рис . 4.2. Ситуационный план участка селитебной территории, защищаемой от транспортного шума экраном:

1 - транспортная магистраль; 2 - придорожный шумозащитный экран; 3 - защищаемое от шума здание; Р.Т. - расчетная точка (в 2 м от фасада)

4.5. Методика проектирования придорожного шумозащитного протяженного экрана

4.5.1. Проектирование придорожного шумозащитного экрана (определение его геометрических размеров, месторасположения, акустической эффективности и конструкции) производится в следующем порядке.

На ситуационном плане участка селитебной территории отмечаются жилые и общественные здания, площадки отдыха около них, которые должны быть защищены от шума, и выявляются транспортные магистрали или улицы с регулярным движением транспорта, наиболее близко расположенные к этим зданиям и площадкам.

При этом могут встретиться две типичные ситуации:

- вблизи защищаемых от шума объектов проходит только одна транспортная магистраль (улица);
- вблизи защищаемых от шума объектов проходят две пересекающиеся магистрали (улицы); угол их пересечения принципиальной роли не играет.

Остальные возможные ситуации могут быть представлены в виде сочетания двух вышеуказанных ситуаций.

4.5.2. Дальнейший порядок проектирования экрана зависит от вида ситуации (при наличии только одной магистрали и при наличии двух пересекающихся магистралей).

1. 8 Лекция №8 (2 часа).

Тема: «Среда обитания человека»

1.8.1 Вопросы лекции:

1.Понятие среды обитания.

2.Среда обитания человека.

1.8.2 Краткое содержание вопросов:

1.Понятие среды обитания.

Человек от рождения имеет неотъемлемые права на жизнь, свободу и стремление к счастью. Свои права на жизнь, отдых, охрану здоровья, благоприятную окружающую среду, труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, он реализует в процессе жизнедеятельности. Они гарантированы Конституцией Российской Федерации. Известно, что «жизнь - форма существования материи». Это позволяет утверждать, что человек существует в процессе жизнедеятельности, состоящем из его непрерывного взаимодействия со средой обитания в целях удовлетворения своих потребностей. Понятие «жизнедеятельность» шире понятия «деятельность», поскольку включает в рассмотрение не только трудовой процесс человека, но и условия его отдыха, быта и миграции в окружающей среде.

Основным принципом существования и развития всего живого является принцип обязательности внешнего воздействия: «Живое тело развивается и существует лишь при наличии внешних воздействий на него». Саморазвитие живого тела невозможно.

Реализация этого принципа в природе достигается взаимодействием живого тела с окружающей его природной средой, а в иных условиях взаимодействием всего живого с окружающей его средой обитания.

Изучением состояния среды обитания и процессов взаимодействия существ со средой обитания занимается экология – наука о доме. По мнению Б.А. Немировского, экология – это биологическая наука, занимающаяся «изучением коллективного сосуществования живых организмов в одной коммунальной квартире под названием «окружающая среда»». С конца XIX века начали происходить значительные изменения в окружающей человека среде обитания. Биосфера постепенно утрачивала свое господствующее значение и в населенных людьми регионах стала превращаться в техносферу. Вторгаясь в природу, законы которой еще далеко не познаны, создавая новые технологии, люди формируют искусственную среду обитания – техносферу. Если учесть, что нравственное и общекультурное развитие цивилизации отстает от темпов научно-технического прогресса, становится очевидным увеличение риска для здоровья и жизни современного человека. В новых техносферных условиях все чаще биологическое взаимодействие замещается процессами физического и химического взаимодействия, причем уровни физических и химических факторов воздействия в прошлом веке непрерывно нарастали, часто оказывая негативное влияние на человека и природу. Тогда в обществе возникла необходимость в защите природы и человека от негативного влияния техносферы.

Антропогенные, то есть вызванные деятельностью человека, изменения окружающей среды приобрели во второй половине XX века такие размеры, что человек прямо или косвенно сам стал их жертвой. Антропогенная деятельность, не сумевшая создать техносферу необходимого качества как по отношению к человеку, так и по отношению к природе, явилась первопричиной многих негативных процессов в природе и обществе.

Таким образом, техносферу необходимо рассматривать как бывший регион биосферы, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям.

Как отмечает академик А. Л. Яншин (р. 1911), даже вторая мировая война с ее колоссальными негативными последствиями не нарушила сложившегося в природе равновесия. Однако затем положение в корне изменилось. Начался бурный рост численности населения, причем росло число городских жителей. Это вызвало увеличение урбанизированных площадей, включая свалки, дороги, проселки и так далее, что привело к деградации природы, резко сократило ареалы распространения многих растений и животных из-за вырубki лесов, роста поголовья скота, применения гербицидов, пестицидов, удобрений. Возникла проблема захоронения ядерных отходов и много других проблем.

Воздействие человека на среду, согласно законам физики, вызывает ответные противодействия всех ее компонентов. Организм человека безболезненно переносит те или иные воздействия до тех пор, пока они не превышают пределы адаптации. Интегральным показателем безопасности жизнедеятельности является продолжительность жизни. На ранних этапах антропогенеза (для первобытного человека) она составляла приблизительно 25 лет.

Развитие цивилизации, под которой понимается прогресс науки, техники, экономики, сельского хозяйства, использование различных видов энергии, вплоть до ядерной, создание машин, механизмов, применение различных видов удобрений и средств для борьбы с вредителями, значительно увеличивают количество вредных факторов, негативно воздействующих на человека. Создавая техносферу, человек стремился к повышению комфортности среды обитания, к росту коммуникабельности, к обеспечению защиты от естественных негативных воздействий.

Но развивая экономику, человеческая популяция создавала и социально-экономическую систему безопасности. Вследствие чего, несмотря на увеличение количества вредных воздействий, уровень безопасности человека возрастал. Все это благоприятно отразилось на условиях жизни и в совокупности с другими факторами (улучшение медицинского обслуживания и тому подобное) сказалось на продолжительности жизни людей. В настоящее время средняя продолжительность жизни в наиболее развитых странах составляет около 77 лет.

Так, созданная руками и разумом человека техносфера, призванная максимально удовлетворять его потребности в комфорте и безопасности, не оправдала во многом надежды людей. Появившиеся производственная и городская среды обитания оказались далеки по уровню безопасности от допустимых требований.

1. Человек как элемент среды обитания.

Самой общей системой (высшего иерархического уровня) является система “Человек-Среда обитания”(Ч-СО).

Наиболее важная подсистема, которую рассматривает БЖД является “Человек-Окружающая среда”(Ч-ОС).

Далее – “Человек-Машина”(Ч-М);

- “Человек-Машина-Производственная среда” и т.д.

Центральным элементом всех систем БЖД является человек, поэтому человек играет тройную роль:

1. объект защиты,
2. объект обеспечения безопасности,
3. источник опасности.

Высокая цена ошибки оператора – до 60% несчастных случаев происходит по вине человека.

Среда обитания человека подразделяется на производственную и непроизводственную (бытовую).

Основным элементом производственной среды является труд, который в свою очередь состоит из взаимосвязанных и взаимосвязывающих элементов (рис. 2), составляющих структуру труда: С - субъектов труда, М - "машины" - средств и предметов труда; ПТ - процессов труда, состоящих из действий как субъектов, так и машин, ПрТ - продуктов труда как целевых, так и побочных в виде образующихся вредных и опасных примесей в воздушной среде и т.п., ПО производственных отношений (организационных, экономических, социально-психологических, правовых по труду : отношений, связанных с культурой труда, профессиональной культурой, эстетической и т.д.). Элементы непроизводственной среды : природная среда в виде географо-ландшафтных (Г-Л), геофизических (Г), климатических (К) элементов, стихийных бедствий (СБ), в том числе пожаров от молний и др.природных источников, природных процессов (ПП) в виде газовыделений из горных пород и т.п. может проявляться как в непроизводственной форме (сфере), так и производственной, особенно в таких отраслях народного хозяйства как строительство, горной промышленности, геологии, геодезии и других.

Человек находится в теснейшей связи со всеми элементами среды обитания в процессе своей деятельности.

Интерес к среде своего обитания был свойственен человеку всегда. И это понятно, так как от качества этой среды зависело не только благополучие семьи, рода, племени, но и само его существование.

В средние века господство схоластики и богословия ослабило интерес к изучению природы. Однако в эпоху Возрождения, Ренессанса великие географические открытия снова возродили биологические исследования натуралистов.

2.Среда обитания человека.

Среда обитания, окружающая современного человека, включает в себя природную среду, искусственную среду, созданную человеком и социальную среду.

Каждый день, живя в городе, прогуливаясь, работая, обучаясь, человек удовлетворяет широчайший круг потребностей. В системе потребностей человека (биологических, психологических, этнических, социальных, трудовых, экономических) можно выделить потребности связанные с экологией среды обитания. Среди них — комфорт и безопасность природной среды, экологически комфортное жилище, обеспеченность источниками информации (произведениями искусства, привлекательными ландшафтами) и другие.

Естественные или биологические потребности — это группа потребностей, обеспечивающая возможность физического существования человека в условиях комфортной среды, — это потребность в пространстве, хорошем воздухе, воде и т.д., наличие подходящей, привычной для человека среды. Экологизация биологических потребностей связана с необходимостью создания экологичной, чистой городской среды и поддержание хорошего состояния естественной и искусственной природы в городе. Но в современных больших городах вряд ли можно говорить о наличии достаточного объема и качества нужной каждому человеку среды.

По мере роста промышленного производства выпускалось все больше разнообразных изделий и товаров, и вместе с тем резко возрастали загрязнения среды. Окружающая человека городская среда не соответствовала нужным человеку исторически сложившимся сенсорным воздействиям: города без каких-либо признаков красоты, тесноты, грязь, стандартные серые дома, загрязненный воздух, резкий шум и т.д.

Но все же, можно уверенно констатировать, что в результате индустриализации и стихийной урбанизации окружающая человека среда постепенно стала «агрессивной» для органов чувств, эволюционно приспособленных за многие миллионы лет к естественной природной среде. По существу, человек сравнительно недавно оказался в городской среде. Естественно, за это время основные механизмы восприятия не смогли приспособиться к

измененной визуальной среде и изменениям в воздухе, воде, почве. Это не прошло бесследно: известно, что люди, живущие в загрязненных районах города более склонны к различным заболеваниям. Наиболее часто распространены сердечнососудистые и эндокринные расстройства, но встречается весь комплекс разнообразных заболеваний, причиной которых является общее понижение иммунитета.

В связи с резкими изменениями в природной среде возникло много исследований, направленных на изучение состояния окружающей среды и состояния здоровья жителей в конкретной стране, городе, районе. Но, как правило, забывается, что городской житель большую часть времени проводит в помещениях (до 90 % времени) и качество окружающей среды внутри различных построек и сооружений оказывается более важным для здоровья и благополучия человека. Концентрация загрязняющих веществ внутри помещений часто оказывается значительно больше, чем в наружном воздухе.

Житель современного города больше всего видит плоские поверхности — фасады зданий, площади, улицы и прямые углы — пересечения этих плоскостей. В природе же плоскости, соединенные прямыми углами, встречаются очень редко. В квартирах и офисах идет продолжение подобных пейзажей, что не может не сказаться на настроении и самочувствии постоянно находящихся там людей.

Среда обитания неразрывно связана с понятием «биосфера». Этот термин введен австралийским геологом Зюссом в 175 году. Биосфера — природная область распространения жизни на Земле, включающая нижний слой атмосферы, гидросферу, верхний слой литосферы. С именем русского ученого В. И. Вернадского связано создание учения о биосфере и ее переходе в ноосферу. Основным в учении о ноосфере является единство биосферы и человечества. По мнению Вернадского, в эпоху ноосферы человек уже может и должен «мыслить и действовать в новом аспекте, не только в аспекте отдельной личности, семьи, государства, но и в планетном аспекте». [1]

В жизненном цикле человек и окружающая его среда обитания образуют постоянно действующую систему «человек — среда обитания».

Среда обитания — окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

Действуя в этой системе, человек непрерывно решает, как минимум, две основные задачи:

- обеспечивает свои потребности в пище, воде и воздухе;
- создает и использует защиту от негативных воздействий, как со стороны обитания, так и себе подобных.

Среда обитания — это часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует. Составные части и свойства среды многообразны и изменчивы. Любое живое существо живет в сложном и меняющемся мире, постоянно приспособляясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями.

На нашей планете живые организмы освоили четыре основные среды обитания, сильно различающиеся по специфике условий. Водная среда была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. В последующем живые организмы овладели наземно-воздушной средой, создали и заселили почву. Четвертой специфической средой жизни стали сами живые организмы, каждый из которых представляет собой целый мир для населяющих его паразитов или симбионов.

Приспособления организмов к среде носят название адаптаций. Способность к адаптациям — одно из основных свойств жизни вообще, так как обеспечивает самую возможность существования, возможность организмов выживать и размножаться. Адаптации проявляются на разных уровнях: от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем. Адаптации возникают и изменяются в ходе эволюции видов.

Отдельные свойства или элементы среды носят название экологических факторов. Факторы среды многообразны. Они могут быть необходимы или, наоборот, вредны для живых существ, способствовать или препятствовать выживанию и размножению. Экологические факторы имеют разную природу и специфику действия. Экологические факторы делятся на абиотические (все свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы) и биотические (это формы воздействия живых существ друг на друга).

Негативные воздействия, присущие среде обитания, существуют столько, сколько существует Мир. Источниками естественных негативных воздействий являются стихийные явления в биосфере: изменения климата, грозы, землетрясения и тому подобное.

Постоянная борьба за свое существование вынуждала человека находить и совершенствовать средства защиты от естественных негативных воздействий среды обитания. К сожалению, появление жилища, огня и других средств защиты, совершенствование способов получения пищи – все это не только защищало человека от естественных негативных воздействий, но и влияло на среду обитания.

На протяжении многих веков среда обитания человека медленно изменяла свой облик и, как следствие, мало менялись виды и уровни негативных воздействий. Так, продолжалось до середины XIX века – начала активного роста воздействия человека на среду обитания. В XX веке на Земле возникли зоны повышенного загрязнения биосферы, что привело к частичной, а в ряду случаев и к полной региональной деградации. Этим изменениям во многом способствовали:

- высокие темпы роста численности населения на Земле (демографический взрыв) и его урбанизация;
- рост потребления и концентрации энергетических ресурсов;
- интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства;
- массовое использование средств транспорта;
- рост затрат на военные цели и ряд других процессов.

Человек и окружающая его среда (природная, производственная, городская, бытовая и другие) в процессе жизнедеятельности постоянно взаимодействуют друг с другом. При этом жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии и информации. Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в условиях, когда потоки энергии, вещества и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека и/или природную среду. В естественных условиях такие воздействия наблюдаются при изменении климата и стихийных явлениях.

В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены ее элементами (машины, сооружения и тому подобное) и действиями человека. Изменяя величину любого потока от минимально значимой до максимально возможной, можно пройти ряд характерных состояний взаимодействия в системе «человек – среда обитания»: комфортное (оптимальное), допустимое (приводящее к дискомфорту без негативного влияния на здоровье человека), опасное (вызывающее при длительном воздействии деградацию природной среды) и чрезвычайно опасное (летальный исход и разрушение природной среды).

Из четырех характерных состояний взаимодействия человека со средой обитания лишь первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) – недопустимы для процессов жизнедеятельности человека, сохранения и развития природной среды.

1. 5 Лекция № 9 (2 часа).

Тема: «Шум и его воздействие на организм человека»

1.9.1 Вопросы лекции:

1. Воздействие шума
2. Влияние шума на человека.
3. Влияние инфразвуков
4. Меры защиты от шума

1.9.2 Краткое содержание вопросов:

1. Воздействие шума

По данным исследователей, <шумовое загрязнение>, характерное для больших городов, сокращает продолжительность жизни их жителей на 10-12 лет. Негативное влияние на человека от шума мегаполиса на 36% более значимо, чем от курения табака, которое сокращает жизнь в среднем на 6-8 лет.

Шум - беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся ложностью временной и спектральной структуры. С физиологической точки зрения шумом может быть назван любой нежелательный звук (простой или сложный), мешающий восприятию полезных звуков (человеческой речи, сигналов и пр.), нарушающих тишину и оказывающих вредное воздействие на человека.

Шум неблагоприятно действует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание, увеличивает число ошибок во время работы, замедляет скорость психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию, например работающих на предприятиях или стройках, что способствует возникновению несчастных случаев.

Шум оказывает вредное влияние на физическое состояние человека: угнетает центральную нервную систему; вызывает изменение скорости дыхания и пульса; способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни; может приводить к профессиональным заболеваниям.

Исследованиями последних лет установлено, что под влиянием шума наступают изменения в органе зрения человека (снижается устойчивость ясного видения и острота зрения, изменяется чувствительность к различным цветам и др.) и вестибулярном аппарате; нарушаются функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление; происходят нарушения в обменных процессах организма и т. п. Шум, особенно прерывистый, импульсный, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. В документах Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) отмечается, что наиболее чувствительными к шуму являются такие операции, как слежение, сбор информации и мышление.

Шум с уровнем звукового давления 30 ... 35 дБ является привычным для человека и не беспокоит его. Повышение уровня звукового давления до 40 ... 70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, снижение производительности умственного труда, а при длительном действии может явиться причиной невроза, язвенной и гипертонической болезни.

Длительное воздействие шума свыше 75 дБ может привести к резкой потере слуха — тугоухости или профессиональной глухоте. Однако более ранние нарушения наблюдаются в нервной и сердечно - сосудистой системе, других внутренних органах.

Зоны с уровнем звука свыше 85 дБ должны быть обозначены знаками безопасности. Рабочие, находящиеся в этих зонах, обязаны иметь при себе средствами индивидуальной защиты органов слуха. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с октавными уровнями звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

Допустимые уровни шума для населения.

Для защиты людей от вредного влияния городского шума необходима регламентация его интенсивности, спектрального состава, времени действия и других параметров. При гигиеническом нормировании в качестве допустимого устанавливают такой уровень шума, влияние которого в течение длительного времени не вызывает изменений во всём комплексе физиологических показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма.

В основу гигиенически допустимых уровней шума для населения положены фундаментальные физиологические исследования по определению действующих и пороговых уровней шума. В настоящее время шумы для условий городской застройки нормируют в соответствии с Санитарными нормами допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки (№ 3077-84) и Строительными нормами и правилами II.12-77 «Защита от шума». Санитарные нормы обязательны для всех министерств, ведомств и организаций, проектирующих, строящих и эксплуатирующих жильё и общественные здания, разрабатывающих проекты планировки и застройки городов, микрорайонов, жилых домов, кварталов, коммуникаций и т.д., а также для организаций, проектирующих, изготавливающих и эксплуатирующих транспортные средства, технологическое и инженерное оборудование зданий и бытовые приборы. Эти организации обязаны предусматривать и осуществлять необходимые меры по снижению шума до уровней, установленных нормами.

Одним из направлений борьбы с шумом является разработка государственных стандартов на средства передвижения, инженерное оборудование, бытовые приборы, в основу которых положены гигиенические требования по обеспечению акустического комфорта.

ГОСТ 19358-85 «Внешний и внутренний шум автотранспортных средств. Допустимые уровни и методы измерений» устанавливает шумовые характеристики, методы их измерения и допустимые уровни шума автомобилей (мотоциклов) всех образцов, принятых на государственные, межведомственные, ведомственные и периодические контрольные испытания. В качестве основной характеристики внешнего шума принят уровень звука, который не должен превышать для легковых автомобилей и автобусов 85-92 дБ, мотоциклов — 80-86 дБ. Для внутреннего шума приведены ориентировочные значения допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот: уровни звука составляют для легковых автомобилей 80 дБ, кабин или рабочих мест водителей грузовых автомобилей, автобусов — 85 дБ, пассажирских помещений автобусов — 75-80 дБ. Санитарные нормы допустимого шума обуславливают необходимость разработки технических, архитектурно-планировочных и административных мероприятий, направленных на создание отвечающего гигиеническим требованиям шумового режима, как в городской застройке, так и в зданиях различного назначения, позволяют сохранить здоровье и работоспособность населения.

3. Влияние шума на человека.

Долгое время влияние шума на организм человека специально не изучалось, хотя уже в древности знали о его вреде и, например, в античных городах вводились правила ограничения шума.

Влияние шума на человека до некоторых пор не было объектом специальных исследований. Ныне воздействие звука, шума на функции организма изучает целая

отрасль науки – аудиология. В настоящее время ученые во многих странах мира ведут различные исследования с целью выяснения влияния шума на здоровье человека.

Механизм действия шума на организм сложен и недостаточно изучен. Когда речь идет о влиянии шума, то обычно основное внимание уделяют состоянию органа слуха, так как слуховой анализатор в первую очередь воспринимает звуковые колебания и поражение его является адекватным действием шума на организм. Наряду с органом слуха восприятие звуковых колебаний частично может осуществляться и через кожный покров рецепторами вибрационной чувствительности. Имеются наблюдения, что люди, лишенные слуха, при прикосновении к источникам, генерирующим звуки, не только ощущают последние, но и могут оценивать звуковые сигналы определенного характера.

Возможность восприятия и оценки звуковых колебаний рецепторами вибрационной чувствительности кожи объясняется тем, что на ранних этапах развития организма они осуществляли функцию органа слуха. Затем, в процессе эволюции, из кожного покрова сформировался более совершенный орган слуха, который реагировал на акустическое воздействие.

Среди органов чувств, слух - один из важнейших. Благодаря ему мы способны принимать и анализировать все многообразие звуков окружающей нас внешней среды. Слух всегда бодрствует, в известной мере даже ночью, во сне. Он постоянно подвергается раздражению ибо не обладает никакими защитными приспособлениями, сходными, например, с веками, предохраняющими глаза от света. Ухо – один из наиболее сложных и тонких органов: он воспринимает и очень слабые, и очень сильные звуки.

Под влиянием сильного шума, особенно высокочастотного, в органе слуха происходят необратимые изменения. Изменения, возникающие в органе слуха, некоторые исследователи объясняют травмирующим действием шума на внутренне ухо. Имеется мнение, что действие шума на орган слуха ведет к перенапряжению и при отсутствии достаточного отдыха приводит к нарушению кровоснабжения внутреннего уха.

При высоких уровнях шума слуховая чувствительность падает уже через 1-2 года, при средних - обнаруживается гораздо позже, через 5 – 10 лет, то есть снижение слуха происходит медленно, болезнь развивается постепенно.

Последовательность, с которой происходит утрата слуха, сейчас хорошо изучена. Сначала интенсивный шум вызывает временную потерю слуха. В нормальных условиях через день или два слух восстанавливается. Но если воздействие шума продолжается месяцами или, как это имеет место в промышленности, годами, восстановление не происходит, и временный сдвиг порога слышимости превращается в постоянный.

Сначала повреждение нервов сказывается на восприятии высокочастотного диапазона звуковых колебаний (4 тыс. герц или выше), постепенно распространяясь на более низкие частоты. Высокие звуки «ф» и «с» становятся неслышными.

Нервные клетки внутреннего уха оказываются настолько поврежденными, что атрофируются, гибнут, не восстанавливаются.

Каждый человек воспринимает шум по-разному. Много зависит от возраста, темперамента, состояния здоровья, окружающих условий.

Некоторые люди теряют слух даже после короткого воздействия шума сравнительно уменьшенной интенсивности.

Постоянное воздействие сильного шума может не только отрицательно повлиять на слух, но и вызвать другие вредные последствия - звон в ушах, головокружение, головную боль, повышение усталости.

Шум, даже когда он невелик, создает значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие. Это особенно часто наблюдается у людей, занятых умственной деятельностью. Слабый шум различно влияет на людей. Причиной этого могут быть: возраст, состояние здоровья, вид труда. Воздействие шума зависит также и от индивидуального отношения к нему. Так, шум,

производимый самим человеком, не беспокоит его, в то время как небольшой посторонний шум может вызвать сильный раздражающий эффект.

Отсутствие необходимой тишины, особенно в ночное время, приводит к преждевременной усталости. Шумы высоких уровней могут явиться хорошей почвой для развития стойкой бессонницы, неврозов и атеросклерозов.

Шум обладает аккумулятивным эффектом, то есть акустические раздражения исподволь, подобно яду, накапливаются в организме, все сильнее угнетая нервную систему. Изменяется сила, уравновешенность и подвижность нервных процессов – тем более, чем интенсивнее шум. Реакция на шум нередко выражается в повышенной возбудимости и раздражительности, охватывающих всю сферу чувственных восприятий. Люди, подвергающиеся постоянному воздействию шума, часто становятся трудными в общении. Поэтому перед потерей слуха от воздействия шумов возникает функциональное расстройство центральной нервной системы. Особенно вредное влияние шум оказывает на нервно-психическую деятельность организма.

Процесс нервно-психических заболеваний выше среди лиц, работающих в шумных условиях, нежели у лиц, работающих в нормальных звуковых условиях.

Шумы вызывают функциональные расстройства сердечно-сосудистой системы, оказывают вредное влияние на зрительный и вестибулярный анализаторы, снижают рефлекторную деятельность, что часто становится причиной несчастных случаев и травм.

Итак, мы можем выделить следующие последствия влияния шумов на человека:

1. Шум становится причиной преждевременного старения. В тридцати случаях из ста шум сокращает продолжительность жизни людей в крупных городах на 8-12 лет.

2. Каждая третья женщина и каждый четвертый мужчина страдает неврозами, вызванными повышенным уровнем шума.

3. Достаточно сильный шум уже через 1 мин может вызывать изменения в электрической активности мозга, которая становится схожей с электрической активностью мозга у больных эпилепсией.

4. Такие болезни, как гастрит, язвы желудка и кишечника, чаще всего встречаются у людей, живущих и работающих в шумной обстановке. У эстрадных музыкантов язва желудка – профессиональное заболевание.

5. Шум угнетает нервную систему, особенно при повторяющемся действии.

6. Под влиянием шума происходит стойкое уменьшение частоты и глубины дыхания. Иногда появляется аритмия сердца, гипертония.

7. Под влиянием шума изменяются углеводный, жировой, белковый, солевой обмен веществ, что проявляется в изменении биохимического состава крови (снижается уровень сахара в крови).

Отсюда можно сделать вывод: от чрезмерного шума (свыше 80 дБ) страдают не только органы слуха, но и другие органы и системы (кровеносная, пищеварительная, нервная т.д.), нарушаются процессы жизнедеятельности, энергетический обмен начинает преобладать над пластическим, что приводит к преждевременному старению организма.

Шум коварен, его вредное воздействие на организм совершается незримо, незаметно. Человек против шума практически беззащитен.

В настоящее время врачи говорят о шумовой болезни, развивающейся в результате воздействия шума с преимущественным поражением слуха и нервной системы.

Итак, шум оказывает свое разрушающее действие на весь организм человека. Его губительной работе способствует и то обстоятельство, что против шума мы практически беззащитны. Ослепительно яркий свет заставляет нас инстинктивно зажмуриваться. Тот же инстинкт самосохранения спасает нас от ожога, отводя руку от огня или от горячей поверхности. А вот на воздействие шумов защитной реакции у человека нет.

4. Влияние инфразвуков

Наиболее вредные для человека инфра- и ультразвуки. Дело в том, что человек, в отличие от многих животных, не слышит их, а следовательно, не имеет возможности защищаться

от их вредного действия. Однако, надо отметить, что степень их влияния зависит от частоты и времени их действия. Кстати, биение сердца, колебания легких, работа кишечника, вибрации голосовых связок также сопровождаются генерацией инфразвуков, но вряд ли они нам вредят.

В природе источниками инфразвуков являются микросейсмические колебания земной поверхности, вулканические извержения, взаимодействия геологических платформ Земли перед образованием разломов.

В индустриальном обществе источниками инфразвуков являются автомобильные, авиационные и ракетные двигатели, громкоговорители и даже органные трубы.

Инфразвуки воспринимают друзья наши меньшие - собаки, рептилии, рыбы (даже аквариумные). Поэтому нужно внимательно следить за их поведением: если реагируют бурно - будьте пристальными, опасность рядом.

Особенно опасные для здоровья человека инфразвуки частотой 5-10 Гц (они резонансно действуют на клетки живой ткани, которые имеют частоту собственных колебаний приблизительно 8 Гц).

Такие инфразвуки наносят вред внутренним органам человека: при частоте 5 Гц повреждается печень, 6 Гц - развивается морская болезнь, 7 Гц - могут остановиться сердце и разорваться кровеносные сосуды.

Инфразвуки большой мощности влияют на психику человека: возникает сонливость, ощущение страха и тому подобное.

Но основным следствием действия инфразвука на живые организмы является нарушение вестибулярного аппарата.

Инфразвуки значительной интенсивности способны вызывать не только изменения слуховой чувствительности, но и болезненные ощущения, затруднения речи и модуляции голоса, нарушения респираторной активности, изменения а-ритмов мозга.

Ультразвуки (частота свыше 20 000 Гц) также не воспринимаются нашим ухом.

В условиях современной цивилизации мощным источником ультразвуков являются многочисленные процессы промышленного производства и транспорта. Скорость распространения их зависит от свойств среды. Сейчас известно, что ультразвуки малой интенсивности действуют на живые объекты благотворно, а большой интенсивности - пагубно (они разрушают живые клетки). В частности, механический фактор, предопределенный ультразвуковым излучением, приводит к нарушению функций определенных участков организма, например, к блокаде мелких капилляров сгустками эритроцитов.

Тепловые эффекты связанные с процессом поглощения биологической тканью ультразвукового излучения, в результате чего ей передается часть энергии. Эта энергия превращается в тепло и приводит к повышению температуры тела живых организмов.

Физико-химическое влияние предопределено изменением проницаемости биологических мембран и диффузионных процессов. Установлено влияние ультразвука на высокомолекулярные соединения: витамины, гормоны, ферменты. Ультразвук способствует высвобождению из органов и тканей организма биологически активных веществ.

Однако резкой границы между зонами действия ультразвуков малой и большой интенсивности не существует. Все зависит от характера биологического объекта и большого количества внешних факторов.

4. Меры защиты от шума

Для защиты от шума применяют такие меры: устранение причин шумообразования или ослабление шума в источнике возникновения; ослабление шума на пути его распространения и непосредственно в объекте защиты. Для защиты от шума проводят различные мероприятия: технические (ослабление шума в источнике); архитектурно-планировочные (рациональные приемы планировки зданий, территорий застройки); строительно-акустические (ограничение шума на пути распространения);

организационные и административные (ограничение или запрет, или регулирование во времени эксплуатации тех или иных источников шума).

Ослабление шума в источнике его возникновения является самым радикальным способом борьбы с ним. Однако эффективность мероприятий по ослаблению шума машин, механизмов и оборудования невысокая и поэтому их нужно разрабатывать на этапе проектирования.

Ослабление шума на пути его распространения обеспечивается комплексом строительно-акустических мероприятий. К ним относятся рациональные планировочные решения (прежде всего удаление источников шума на надлежащее расстояние от объектов), звукоизоляция, звукопоглощение и звукоотражение шума.

Мероприятия по ослаблению шума нужно предусматривать уже на стадии проектирования генеральных планов городов, промышленных предприятий и планировки помещений в отдельных зданиях. Так, недопустимо размещать объекты, требующие защиты от шума (жилые здания, лабораторно-конструкторские корпуса, вычислительные центры, административные здания и т. п.), в непосредственной близости от шумных цехов и агрегатов (испытательных боксов авиационных двигателей, газотурбинных установок, компрессорных станций и т. д.). Самые шумные объекты следует объединять в отдельные комплексы. При планировке помещений внутри зданий предусматривают максимально возможное удаление тихих помещений от помещений с интенсивными источниками шума.

Для ослабления шума, проникающего в изолированные помещения, необходимо: применять для перекрытия, стен, перегородок, цельных и остекленных дверей и окон материалы и конструкции, обеспечивающие надлежащую звукоизоляцию; использовать звукопоглощающую облицовку потолка и стен или искусственные звукопоглотители в изолированных помещениях; обеспечивать акустическую виброизоляцию агрегатов, расположенных в том же здании; применять звукоизоляционные и вибродемпфирующие покрытия на поверхности трубопроводов, проходящих в помещении; использовать глушители в системах механической вентиляции и кондиционирования воздуха.

Чтобы уберечь слух: • не увеличивать громкость звука в наушниках плеера, пытаясь заглушить внешний шум (в метро или на улице). При этом увеличивается и электромагнитное излучение на мозг от динамика наушника; • в шумном месте использовать против шумные мягкие "беруши" или наушники-вкладыши. Их надо "подгонять" индивидуально под ухо; • в помещениях применять шумоизолирующие экологичные материалы для снижения шума; • при подводном погружении, чтобы не произошёл разрыв барабанной перепонки - вовремя продуваться (проводить продувание ушей зажав нос или глотательным движением). Сразу после дайвинга - нельзя на самолёт. Прыгая с парашютом - так же надо своевременно выравнивать давление, чтобы не получить баротравму. Последствия баротравмы: шум и звон в ушах (субъективный «тиннитус»), снижение слуха, боль в ухе, тошнота и головокружение, в тяжёлых случаях - потеря сознания. • с простудой и насморком, когда заложен нос и гайморовы пазухи, недопустимы резкие перепады давления: ныряние (гидростатическое давл-е – 1 атмосфера на 10 метров глубины погружения в воду, то есть: две - на десяти, три - на отметке 20 м. и т.д.), парашютные прыжки (0,01 атм. на 100 м. высоты, быстро увеличивается, с ускорением). // примерно семь с половиной миллиметров ртутного столба барометра - на каждые сто метров, по высоте. • давать своим ушам отдыхать от громкого шума. Приёмы, применяемые, обычно, для выравнивания давления с обеих сторон барабанной перепонки уха: глотание, зевание, продувание с закрытым носом. Артиллеристы, производя выстрел - открывают рот или закрывают уши ладонями рук. Частые причины снижения слуха: попадание в уши воды, инфекции (в том числе и органов дыхания), травмы и опухоли, образование серной пробки и её набухание при контакте с водой, длительное пребывание в шумной обстановке, баротравма при резком перепаде давления,

воспаление среднего уха - отит (скопление жидкости за барабанной перепонкой). Ушные болезни лечит врач-отоларинголог.

1. 6 Лекция № 10 (2 часа).

Тема: «Исследование запыленности воздушной среды»

1.10.1 Вопросы лекции:

1. Производственная пыль.
2. Гигиеническое нормирование и оценка запыленности и загазованности на производстве и методы профилактики.

1.10.2 Краткое содержание вопросов:

1. Производственная пыль

Производственная пыль является одним из наиболее распространенных вредных и опасных производственных факторов. Пыль встречается на подавляющем большинстве производств, выделяясь в воздух рабочей зоны при самых разнообразных технологических процессах. Но добыча полезных ископаемых, машиностроительная и металлургическая промышленность, текстильное производство, сельское хозяйство и т. д. Производственная пыль представляет собой взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размером от нескольких десятков до долей мкм.

т.е., пыль является аэрозолем, дисперсную фазу которого составляют твердые частицы, а дисперсной средой является воздух. Производственную пыль классифицируют по происхождению, способу образования и размерам частиц (дисперсности).

По происхождению пыль разделяют на неорганическую, органическую и смешанную. Органическая пыль может быть естественной, животного или растительного происхождения (древесная, хлопковая, костяная, шерстяная и т. д.) и искусственной — пыль пластических масс, резины, смол, красителей и т. д. Неорганическая пыль может быть минеральной (кварцевая, силикатная, асбестовая, цементная и др.), а также металлической (цинковая, железная, медная, свинцовая, марганцевая и пр.). В металлургической промышленности, в химических и других производствах могут образоваться смешанные пыли, содержащие различные неорганические и органические компоненты.

В зависимости от способа образования различают аэрозоли дезинтеграции и конденсации. Аэрозоли дезинтеграции (размельчения) образуются при механическом измельчении, дроблении и разрушении твердых веществ (бурение, взрывные работы, размол материалов), при механической обработке изделий (очистка, литья, полировка поверхностей). Аэрозоли конденсации образуются при термических процессах возгонки твердых веществ (плавка металлов, электросварка и т. д.) вследствие охлаждения и конденсации паров металлов и неметаллов. При обработке пластмасс образуются пылегазоаэрозольные смеси, содержащие твердые и жидкие частицы, газы, пары сложного химического состава.

По дисперсности - размеру частиц - различают видимую пыль, размеры частиц которой составляют более 10 мкм, микроскопическую — размером от 0,25 до 10 мкм, и ультрамикроскопическую — менее 0,25 мкм.

Воздействие пыли на организм человека зависит от ее свойств: химического состава, физико-химических свойств, дисперсности, формы частиц, структуры пыли, электрозарядности, твердости, адсорбционных свойств. Химический состав пыли определяет многообразие действия ее на организм. Различают пыли преимущественно фиброгенного действия, приводящие к разрастанию соединительной ткани в легких, и пыли с другим характером действия -токсическим, раздражающим, сенсibiliзирующим и т.д. Наиболее выраженным фиброгенным действием обладают пыли, содержащие

свободный диоксид кремния, силикаты, металлы и их оксиды и др. Растворимость нетоксичной пыли ускоряет выведение ее из легких и замедляет развитие фиброза, тогда как плохо растворимые фиброгенные пыли накапливаются в легких, приводя к развитию фиброза. Если же пыль токсична, то ее растворимость способствует быстрому поступлению в организм и развитию токсических эффектов. Плохо растворимая токсичная пыль, задерживаясь в легких, оказывает меньшее токсическое воздействие.

От дисперсности пыли зависят продолжительность пребывания ее во взвешенном состоянии и глубина проникновения в дыхательные пути. Видимая пыль оседает быстро, при дыхании задерживается в верхних дыхательных путях и удаляется при чихании и кашле. Существенную роль в развитии фиброза она может приобретать при выполнении тяжелых работ, сопровождающихся форсированием дыхания. Микроскопические частицы достаточно долго витают в воздухе и проникают глубоко в легкие. Им отводится основная роль в развитии фиброгенных процессов. Ультрамикроскопические частицы также поступают в альвеолы, но их суммарная масса мала, поэтому существенного значения в развитии специфических заболеваний они не имеют.

Электростатическая заряженность пыли влияет на время нахождения их в воздухе и степень задержки в дыхательных путях. Если в аэрозоле присутствуют положительно и отрицательно заряженные частицы, то это способствует их агрегации и оседанию пылевых частиц. Электростатически заряженная пыль более интенсивно задерживается в дыхательных путях и альвеолах.

Определенное значение имеют форма частиц и их структура. Частицы округлой формы быстрее проникают в легкие, частицы с острыми краями могут вызвать механическое повреждение ткани. Кристаллическая структура соединений диоксида кремния обладает большей биологической активностью, чем аморфная. Твердость пыли мало влияет на ее фиброгенные свойства.

Обладая большой удельной поверхностью, пыль сорбирует многие токсичные газы, что делает ее потенциально опасной в токсическом отношении. Адсорбируя кислород, пыль может легко воспламеняться и стать взрывоопасной. Пыль усиливает микробную и грибковую обсемененность воздуха, так как является носителем разнообразной микрофлоры.

В зависимости от происхождения, химического состава, растворимости, дисперсности, формы пылинок фиброгенная пыль может быть причиной возникновения разнообразных пылевых заболеваний человека. Различают специфические (пневмокониозы, аллергические заболевания) и неспецифические (бронхиты, ларингиты, трахеиты, пневмонии, конъюнктивиты, кератиты, и дерматиты, пиодермия) заболевания.

Среди специфических профессиональных пылевых заболеваний наибольшее значение имеют пневмокониозы — хронические заболевания легких, возникающие в результате длительного воздействия в условиях производства промышленной пыли определенного состава и характеризующиеся развитием фиброза (разрастанием соединительной ткани) в легких. Различают пять групп пневмокониозов:

I. Вызываемые минеральной пылью: силикоз; силикатозы (асбестоз, гипоксиз, каолиноз, оливиноз, мулитоз, цементоз и т. д.).

II. Вызываемые металлической пылью: сидероз; охроз; алюминоз; бериллиоз; баритоз; марганцокониоз и др.

III. Вызываемые углеродсодержащей пылью: антракоз; графитоз и др.

IV. Вызываемой органической пылью: биссиноз (от пыли хлопка и льна), багассоз (от пыли сахарного тростника), фермерское легкое (от сельскохозяйственной пыли, содержащей грибы).

V. Вызываемые пылью смешанного состава: силико-асбестоз; антракосиликоз и др.

В зависимости от фиброгенности пыли пневмокониозы делят на 3 группы:

- От воздействия высоко фиброгенной и умеренно фиброгенной пыли (с содержанием свободного диоксида более 10% - силикоз, антракосиликоз, силикосидероз и др.).

- От воздействия слабо фиброгенной пыли (с содержанием свободного диоксида кремния меньше 10% или не содержащей ее - силикатозы, карбокониозы, пневмокониоз шлифовальщиков, сидероз и др.)
- От воздействия аэрозолей токсико-аллергенного действия (пыль металлов-аллергенов, пластмасс, другие органические пыли и др.)

Фиброзный процесс в легких может протекать в 3 формах:

- узелковой, наиболее распространенной, характеризующейся обилием склеротических узелков, содержащих SiO_2 или же частицы другой пыли. В такой форме протекает силикоз 1 и 2 стадии, а также очень часто асбестоз, талькоз и каолиноз - силикатозы, вызванные диоксидом кремния в связанном состоянии.
- диффузносклеротической, с более доброкачественным течением (чаще у рабочих фарфорово-фаянсовой, меднорудной, сланцевой промышленности), часто с бессимптомным течением, интенсивным склерозом и малым количеством узелков. Такая форма характерна для силикатозов, сидероза, антракоза, биссиноза.
- опухолевидной, характеризующейся слиянием узелков и образованием опухолевидных крупных хрящевых узлов. Наблюдается при тяжелых формах силикоза, бериллиозе.

Наиболее опасным из пневмокониозов является силикоз, вызываемый свободным SiO_2 . Он встречается у работающих в самых различных отраслях промышленности, везде, где в воздухе рабочей зоны присутствует свободный SiO_2 . SiO_2 кремнезем, ангидрид кремневой кислоты составляет 28 % земной коры и 60 % горных пород. Химически чистый кремнезем называется горным хрусталем, он бесцветен и прозрачен. Чаще же в SiO_2 имеются примеси, придающие ему различные цвета. В развитии силикоза имеет значение концентрация и дисперсность пыли. Наиболее опасна пыль с размером частиц 1-2 мкм при содержании в ней 5-10 % свободной SiO_2 .

Силикоз развивается через 5-10 лет работы в пылевой профессии. Однако описаны и случаи развития силикоза через 1-2 месяца от начала работы при проходке туннелей. Силикоз может развиваться также по истечении многих лет после прекращения контакта с ним. Симптоматика на начальных стадиях скудна: кашель, боли в грудной клетке, одышка. Они усиливаются по мере развития патологического процесса. Течение силикоза прогрессирующее и необратимое, завершающееся гибелью больных вследствие развития выраженной легочной и сердечно-сосудистой недостаточности. Силикоз очень часто осложняется туберкулезом легких, лечение которого зачастую бывает малоэффективным, так как из-за склеротических изменений в легких затрудняется поступление противотуберкулезных препаратов в патологический очаг.

Среди многих теорий развития силикоза заслуживает внимания иммунологическая теория. Сущность ее в следующем: начальным звеном является фагоцитоз пыли SiO_2 макрофагами, которые превращаются в пылевые клетки. Далее под действием SiO_2 макрофаги гибнут. При распаде макрофагов образуются сложные белки - муко-и липопротеины - которые являются антигенами, т. е. аутоантигенами, вызывающими образование антител в ретикуло-эндотелиальной системе. Возникающий при этом преципитат (аутоантиген+антитело) выпадает на новообразованных ретикулиновых волокнах формирующегося силикотического узелка, имея вид гиалина, отличающегося от гиалина обычной рубцовой соединительной ткани большим содержанием (3-й γ-глобулинов). Освобождающиеся частицы SiO_2 вновь фагоцитируются, и процесс повторяется. Одновременно в силикотических узелках и лимфатических узлах идет усиленное образование плазматических клеток, играющих большую роль в выработке антител. В основе склероза при силикозе лежит не воспалительный процесс, а склеротический процесс.

Силикатозы вызываются пылью, в которой диоксид кремния находится в связанном состоянии с другими элементами: магнием, кальцием, железом, алюминием и др. К силикатам относятся асбест, тальк, каолин, цемент, слюда, и другие соединения. Силикатозы развиваются в более поздние сроки, чем силикоз. Большинство из них

протекает чаще в диффузносклеротической форме и мало прогрессирует. Однако при таких силикатозах, как асбестоз, каолиноз, талькоз наблюдается и узелковая форма фиброза, а течение постепенно прогрессирует. К асбестозу часто присоединяется рак легких, а другие силикатозы нередко осложняются туберкулезом.

Более доброкачественно протекают антракоз - пневмокониоз от воздействия угольной пыли и другие карбокониозы, а также металлокониозы, за исключением бериллиоза (см. раздел 8.3 главы). Относительно благоприятно протекает пневмокониоз электросварщиков, вызываемый сварочным аэрозолем, содержащим оксиды железа, соединения марганца.

Пневмокониозы, развившиеся вследствие вдыхания смешанных пылей с высоким содержанием свободного диоксида кремния, по клиническому течению близки к силикозу, но отличаются меньшей склонностью к прогрессированию. Чаще они наблюдаются при работе на угольных

(антракосиликоз) и железорудных шахтах (сидеросиликоз), в керамической и фарфоро-фаянсовой промышленности (силикосиликатоз и др.). Производственная пыль может приводить к развитию профессиональных пылевых бронхитов, пневмоний, ринитов и бронхиальной астмы. Так, при вдыхании пыли растительных волокон — хлопковой, джутовой, льняной -наблюдаются бронхоспастические явления, осложняющиеся в дальнейшем эмфиземой легких и пневмосклерозом.

2. Гигиеническое нормирование и оценка запыленности и загазованности на производстве и методы профилактики.

Профилактика пылевых заболеваний включает в себя гигиеническое нормирование пыли, технологические мероприятия, санитарно-технические мероприятия, применение индивидуальных средств защиты и лечебно-профилактические мероприятия.

Гигиеническое нормирование преимущественно фиброгенной пыли осуществляется по степени фиброгенности пыли, а пылей с другим характером действия - по лимитирующему показателю вредности. Так, ПДК высоко фиброгенного кристаллического свободного диоксида кремния и смешанной пыли с содержанием его в ней свыше 70% составляет 1 мг/м^3 . ПДК смешанных пылей, содержащих в своем составе от 10 до 70% свободного SiO_2 а также ПДК асбеста, алюминия и его сплавов - 2 мг/м^3 , тогда как ПДК умеренно и слабо фиброгенных пылей колеблется соответственно от 4-6 до $8-10 \text{ мг/м}^3$.

Решающим фактором в борьбе с пылеобразованием являются использование технологий, исключающих пылеобразование (электрохимические методы обработки металлов, литье под давлением, ультразвуковая обработка поверхностей и др.) или снижающих его уровень (применение в технологическом процессе вместо порошкообразных продуктов брикетов, гранул, паст, растворов, замена сухих процессов например, в бурении, добыче угля мокрыми). В частности, в подземных выработках применяется форсуночное орошение в местах добычи, погрузки и выгрузки пород. Большое значение имеет автоматизация и механизация процесса, дистанционное управление, внедрение роботехники.

Непременным условием снижения пылевыделения являются герметизация и укрытие пылящего оборудования, отсос воздуха из-под укрытия, удаление пыли непосредственно от мест пылеобразования, перемещение материалов по трубам с помощью сжатого воздуха. При сварке металлоконструкций и крупногабаритных изделий применяются секционные и переносные местные отсосы. Для борьбы с вторичным пылеобразованием должна проводиться вакуумная уборка помещений.

К индивидуальным средствам защиты относятся противопылевые аспираторы, защитные очки, специальная противопылевая одежда. Органы дыхания защищают фильтрующими и изолирующими приборами. Наиболее широко применяют респиратор «Лепесток». В случае неблагоприятного воздействия пыли на кожу используют защитные мази, пасты.

К приему на работу в пылевых производствах не допускаются больные туберкулезом, хроническими заболеваниями органов дыхания, сердечнососудистой системы, глаз и кожи. Периодические медицинские осмотры, проводятся в зависимости от опасности производства 1 раз в 6, 12 или 24 месяца, с обязательной рентгенографией легких, исследованием функции внешнего дыхания, общего анализа крови и мокроты на микобактерии туберкулеза. Все больные силикозом, силикотуберкулезом или туберкулезом подлежат переводу на работу, не связанную с воздействием вредных факторов. При других пневмокониозах вопрос решается дифференцированно в зависимости от возраста, стажа больного, течения заболевания, наличия осложнений и др. В качестве профилактических мероприятий используют УФ-облучение и пбочих, щелочные ингаляции, дыхательную гимнастику, имеющие своей целью уменьшить поступление пыли в организм, задержать развитие фиброза (УФ-облучение) и повысить сопротивляемость организма.

1. 11 Лекция №11 (2 часа).

Тема: «Городская среда. Сельская среда»

1.11.1 Вопросы лекции:

1. Городская среда: основные понятия
2. Сельская среда

1.11.2 Краткое содержание вопросов:

1. Городская среда: основные понятия

Современные города стали местом жизнедеятельности большей части человечества. Так численность городского населения в мире на 01.01.2003 года составляла 3 миллиарда человек (48.3 % от всего населения), а городское население России на 01.01.2006 года насчитывало 104.1 миллиона человек (72.9 %).

Городская территория резко отличается от естественных экосистем. Она характеризуется высокой плотностью населения, сильным загрязнением: химическим, бактериальным, шумовым, электромагнитным, информационным. В настоящее время формирование специфической городской среды является одной из важнейших проблем.

Термин “среда” в обыденном понимании может иметь два разных, но равноправных значения: во-первых, среда – это то, что вокруг; в этом значении среда предполагает некий концентр, который она окружает, в частности это может быть субъект, вокруг которого и усилиями которого она организуется; во-вторых, среда – это то, что между, посреди, внутри; здесь “среда” подразумевает целую совокупность субъектов, между которыми возникает своего рода совместное поле, объединяющее их в определенную систему, которая имеет свои особые свойства, которыми не обладают субъекты в отдельности.

Два данных значения дополняют друг друга.

Городская среда – это среда обитания и производственной деятельности людей, природный и созданный людьми материальный мир – совокупность природных, техногенных, социальных и экономических условий жизни, существующих в городе на занимаемой им территории [1]. Городская среда- это не простое целое. Ее можно рассматривать как совокупность физического (материального) и духовного (нематериального) пространств, включающую сам город и обладающую природными и социально-экономическими особенностями внутренней структуры, динамики, эволюции [1]. Медведков Ю. В. в своей книге “Человек и городская среда” отождествляет городскую среду с особо сложной геосистемой, обладающей антропоцентрической организацией и функционирующей на территориях с устойчиво высокой концентрацией населения, с долговременной застройкой и с определенным распределением материально-

вещественных элементов, которые в совокупности создают пространство для цикла повседневных занятий населения и для своего дальнейшего развития, направляемого социальным механизмом [2]. Рассмотренная формулировка определяет городскую среду как экосистему, затем устанавливаются границы рассматриваемого понятия (антропоцентрическая организация) и определение конкретизируется указанием особенностей городской среды (высокая концентрация населения, наличие долговременной жилой застройки).

Сформулируем понятие городской среды с точки зрения специалиста по городскому кадастру, объектом профессиональной деятельности которого являются земельные ресурсы города и прочно связанная с землей недвижимость. Для этого используем такие понятия как “Земля”, “Земельный участок”, «Недвижимое имущество» и «Городская черта»,

Земля– это важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, климатом, почвенным покровом, растительностью, недрами, водами и являющаяся главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, а также пространственным базисом для размещения всех отраслей человеческой деятельности [3].

Земельный участок– часть поверхности земли (в том числе поверхностный почвенный слой), границы которой описаны и удостоверены в установленном порядке уполномоченным государственным органом.

Недвижимое имущество – земельные участки, участки недр, обособленные водные объекты и все объекты, которые связаны с землей так, что их перемещение без соразмерного ущерба их назначению невозможно, в том числе, здания, сооружения, жилые и нежилые помещения, леса и многолетние насаждения, кондоминиумы, предприятия как имущественные комплексы. Здесь под кондоминиумом понимается единый комплекс недвижимого имущества, включающий земельный участок в установленных границах и расположенное на нем жилое здание, иные объекты недвижимости, в котором отдельные части, предназначенные для жилых или иных целей (помещения), находятся в собственности граждан, юридических лиц, субъектов РФ, муниципальных образований (домовладельцев) – частной, государственной, муниципальной и иной формах собственности, а остальные части (общее имущество) находятся в общей долевой собственности).

Городская черта– внешняя граница, отделяющая земли поселений от земель других категорий.

Учитывая вышеизложенное, под термином “**Городская среда**” будем понимать **сложную экологическую систему, включающую в себя землю как важнейшую часть окружающей природной среды и прочно связанные с ней объекты недвижимости, ограниченную городской чертой.**

Структура городской среды может быть представлена в следующем виде [рисунок 1].

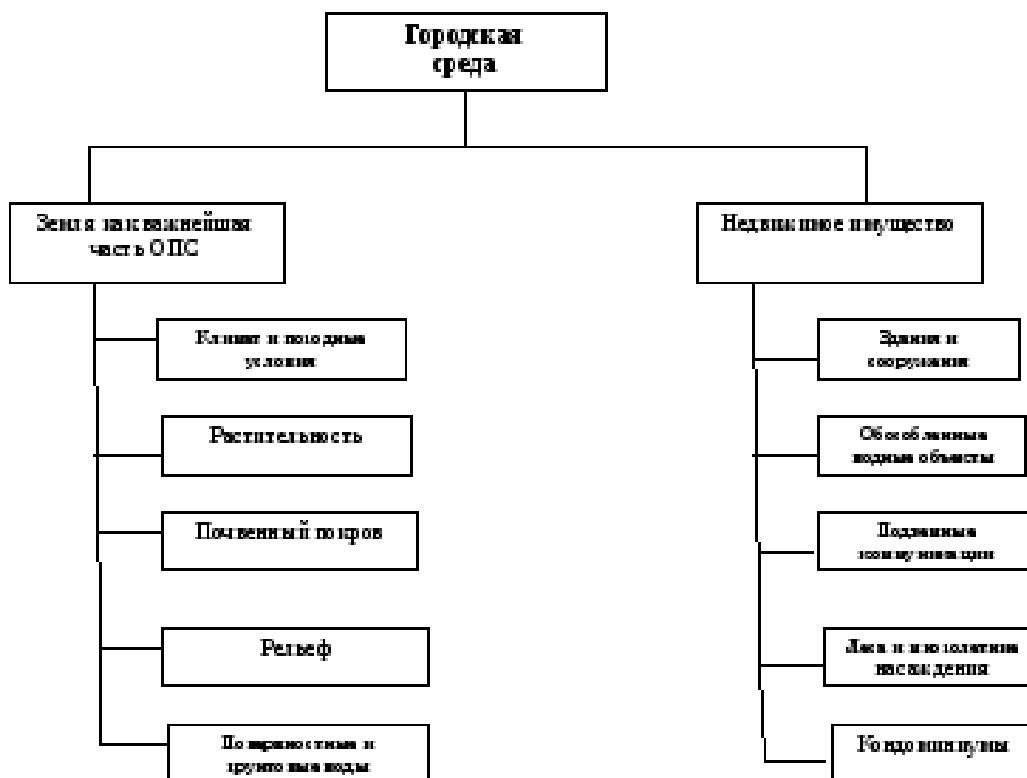


Рисунок 1 - Структура городской среды

Экологическая ситуация города и ее место в составе информационных городских ресурсов

В последние годы значение экологической безопасности в нашей стране и в мире в целом существенно возросло. Переход к рыночной экономике, несмотря на резкое снижение объемов промышленного производства, усилил и обострил экономическое неблагополучие в стране. Практически во всех отраслях (кроме энергетики и промышленности) темпы спада производства обгоняют темпы спада загрязнения окружающей среды. При этом самыми динамично возрастающими загрязнителями окружающей среды становятся: машиностроение, нефтедобыча и лесной комплекс [6].

Особенно актуальна проблема экологического неблагополучия для территорий, на которых сосредоточена основная часть населения и производства – городских территорий. В настоящее время 15% городской территории страны относится к ареалам, экологическое состояние которых неудовлетворительное и экологическая безопасность не гарантирована.

Не менее 10% городов имеют высокий уровень загрязнения основных природных сред - почвы, воздуха, воды. Практически во всех городах с населением свыше 1 млн. человек экологическое неблагополучие оценивается как “наиболее высокое” и “очень высокое”. Не менее 60 городов с населением 0,5-1,0 млн. человек характеризуются острой экологической обстановкой.

Загрязнены значительные площади земель вокруг городов и промышленных агломераций (например, в Московской агломерации – на 200 км, Среднеуральской - на 300 км). Большие зоны загрязняющего воздействия свойственны таким городам, как Норильск, Новосибирск, Абакан, Омск [7].

С каждым годом взаимодействие человека с окружающей средой становится все более интенсивным. В связи с этим возникла необходимость в детальной объективной информации о состоянии природной среды.

В настоящее время не вызывает сомнения, что контроль за состоянием городской среды является важнейшей составной частью организованной человеческой деятельности, которая направлена на освоение и использование природных ресурсов для обеспечения жизнедеятельности человека и повышения его благосостояния. Наличие информации о состоянии городской среды позволяет правильно ориентировать хозяйство, рационально использовать различные природные ресурсы, обеспечивать сохранение и развитие природных возможностей для воспроизводства ресурсов, то есть оптимизировать отношение человеческого общества с природой [8].

Сведения о качестве и уровне загрязненности городской среды и отдельных ее элементов играют важную роль в общей системе информационных ресурсов города.

Земля, как и любой другой товар, вновь обрела цену, и земельные отношения перестают восприниматься как часть аграрных. Поэтому в наше время возрастает роль научного обоснования рационального использования природных ресурсов городов. Чтобы наиболее правильно и полно собирать платежи за пользование землями, разрешать спорные вопросы, проблемы охраны и контроля за использованием природных ресурсов необходимо иметь точные и достоверные сведения о состоянии каждого земельного участка и территории города в целом, а также об их изменениях во времени и пространстве.

2. Сельская среда.

1. Особенности среды обитания человека в условиях сельской местности

Село представляет собой небольшой населенный пункт, жители которого в преимущественном большинстве заняты в сельскохозяйственном производстве.

Самым большим преимуществом жизни в селе является экологическая безопасность. Отсутствие промышленных центров и соседство с природой благоприятно влияет на окружающую среду.

Главным недостатком является то, что в некоторых селах недостаточно развиты коммуникации: нет газопроводов, канализации, водопроводов, что существенно усложняет быт жителей села. Хороший уровень жизни селян напрямую связан с уровнем развития сельского хозяйства.

Упадок сельскохозяйственного производства порождает безработицу, что в свою очередь ведет к таким проблемам как пьянство и повышение уровня преступности.

Сельское хозяйство, как никакая другая отрасль, оказывает непосредственное воздействие на экологическую среду. Во многом это обусловлено тем, что достаточно внушительные территории уходят под занятие данным видом деятельности. Вследствие этого проходят изменения в ландшафте планеты. Именно поэтому находящиеся рядом территории со временем теряют свои отличительные природные характеристики.

Сельскохозяйственные территории достаточно неустойчивы, это приводит к экологическим катастрофам мирового и локального масштаба. Приведем пример, при аварии автомобиль Hyundai подлежит полной реставрации, только при условии, что будут использоваться оригинальные запчасти hyundai. Скорость ремонта определяется скоростью доставки необходимых деталей. В отношении природы не все так просто. Требуются десятилетия, а, возможно, и тысячелетия для того, чтобы вернуть территориям их былые функциональные качества. Для иллюстрации сказано можно привести Междуречье, где из-за неправильной мелиорации земля потеряла свою плодородность, и произошло засоление почв. Также вследствие глубокой распашки в Америке и Казахстане постоянными явлениями стали песчаные бури. На некоторых территориях Африки произошло опустынивание именно после некорректного земледелия и перевыпаса скота.

Наиболее сильное влияние на окружающую среду оказывает непосредственно земледелие. Столь сильное влияние земледелия обусловлено рядом факторов:

- распашка земель и устранение естественной растительности зоны;

- рыхление почвы, в особенности это касается моментов использования определенных приспособлений, таких как отвальный плуг;
- использование в процессе земледелия ядохимикатов и минеральных удобрений;
- мелиорация земель.

Вследствие воздействия негативных факторов, почва теряет свои качественные характеристики. Почвенные экосистемы разрушаются, слой гумуса исчезает или становится относительно мизерным, не способным обеспечить весь объем потребностей в нем. Стоит отметить, что почва уплотняется и ее структура постепенно теряет былую упорядоченность. Одним из основных негативных последствий является эрозия почв.

Ряд современных технологий позволяет минимизировать или вообще ликвидировать негативный эффект от осуществления сельскохозяйственной деятельности. Это, например, точное земледелие.

Животноводство влияет на природу меньше. Его факторы воздействия таковы:

- перевыпас - то есть выпас скота в количествах превышающих способности пастбищ к восстановлению

- переработанные отходы животноводческих комплексов

К общим нарушениям, вызываемым сельскохозяйственной деятельностью можно отнести:

- загрязнение поверхностных вод (рек, озёр, морей) и деградация водных экосистем при эвтрофикации; загрязнение грунтовых вод;

- сведение лесов и деградация лесных экосистем (обезлесивание);

- нарушение водного режима на значительных территориях (при осушении или орошении);

- опустынивание в результате комплексного нарушения почв и растительного покрова;

- уничтожение природных мест обитаний многих видов живых организмов и как следствие вымирание и исчезновение редких и прочих видов.

Во второй половине XX века стала актуальна ещё одна проблема: уменьшение в продукции растениеводства содержания витаминов и микроэлементов и накопление в продукции как растениеводства, так и животноводства вредных веществ (нитратов, пестицидов, гормонов, антибиотиков и т. п.). Причина - деградация почв, что ведёт к снижению уровня микроэлементов и интенсификация производства, особенно в животноводстве.

Пути решения экологических проблем сельского хозяйства.

- точное земледелие

- почвозащитное земледелие

- органическое сельское хозяйство

- хомобиотический оборот

- химизация сельского хозяйства

Лекция № 12(2 часа).

Тема: «Концепция устойчивого развития»

Вопросы

1. Понятие о концепции устойчивого развития

2. Принципы устойчивого развития

1.12.2 Краткое содержание вопросов:

1. Понятие о концепции устойчивого развития

Под устойчивым понимают такое развитие, при котором человечество может удовлетворять свои потребности, не подвергая риску способность следующих поколений также удовлетворять свои потребности.

В основе концепции лежит утверждение, что окружающую среду и социально-экономическое развитие невозможно рассматривать как изолированные сферы. Поэтому лишь в мире со здоровой социально-экономической средой может быть здоровая окружающая среда. В Программе действий которая была принята на Всемирной конференции в Рио-де-Жанейро (1992 г.), отмечалось «что в мире, где так много нужды и где окружающая среда ухудшается, невозможны здоровое общество и экономика». Хотя это не означает, что экономическое развитие должно остановиться, оно может пойти «по иному пути, перестав столь активно разрушать окружающую среду».

При этом должны будут предотвращены экологические проблемы, такие как изменения климата, опустынивание. Концепция также предполагает развитие экологического образования, работу различных экологических объединений и др. Предполагается решение других проблем, которые связаны с экологическими косвенным образом: развитие промышленных и сельскохозяйственных технологий, борьба с бедностью, изменение структур потребления развитие устойчивых поселений и другие вопросы. Они объединены в четыре раздела Программы действий. Приняты также Заявление и две Концепции, которые касаются таких основополагающих проблем, как предотвращение изменения климата и сбережение лесов, сохранение биологического разнообразия. Пожалуй, этими документами впервые на высоком уровне была подчеркнута роль биоэкологического элемента в решении проблем сохранения окружающей среды.

Провозгласив концепцию устойчивого развития, конференция ООН призвала правительства государств мира принять национальные концепции устойчивого развития. В соответствии с этим издан Указ Президента РФ от 1 апреля 1996 г. «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». Утверждена представленная Правительством РФ «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». Документами намечены основные направления по реализации государственной экологической политики в России. Они включают мероприятия по обеспечению экологической безопасности, охране среды обитания, оздоровлению нарушенных экосистем и участию в решении глобальных экологических проблем.

Концепция устойчивого развития вошла в [природоохранный](#) лексикон после [Конференции ООН по окружающей среде и развитию](#) (Рио-де-Жанейро, 1992 г).

По первоначальному определению устойчивое развитие формулировалось как «модель движения вперед, при котором достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения без лишения такой возможности будущих поколений. В широком смысле стратегия устойчивого развития направлена на достижение гармонии между людьми (друг с другом) и между Обществом и Природой.

2. Принципы устойчивого развития

В рамках Глобального экологического форума в Рио-де-Жанейро (1992) были сформулированы следующие основные принципы о неразрывности эколого-экономических связей:

- экономическое развитие в отрыве от [экологии](#) ведет к превращению планеты в пустыню,
- упор на экологию без экономического развития закрепляет нищету и несправедливость.

Особо подчеркивалось, что понятие устойчивого развития общества подразумевает обеспечение возможности удовлетворения потребностей людей без угрозы возможности удовлетворять таковые для будущих поколений.

«Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» была утверждена Указом Президента от 1 апреля 1996 г. В 1997 г на заседании правительства одобрена «Государственная стратегия устойчивого развития Российской Федерации».

В этих документах отмечается, что, следуя рекомендациям и принципам, изложенным в резолюциях Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г) и руководствуясь ими, представляется необходимым и возможным осуществить в Российской Федерации последовательный переход к устойчивому развитию, обеспечивающему сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущего поколений людей.

Решение этих задач возможно лишь в рамках такого экономического развития страны, при котором не будет происходить разрушения естественного биотического механизма регуляции окружающей природной среды, а улучшение качества жизни людей будет обеспечиваться в пределах допустимой хозяйственной емкости биосферы.

Исходя из этих принципиальных положений основными направлениями перехода России к устойчивому развитию были приняты следующие:

- создание правовой основы перехода к устойчивому развитию, включая совершенствование действующего законодательства;
- разработка системы стимулирования хозяйственной деятельности и установление пределов ответственности за ее экономические результаты, при которых биосфера воспринимается уже не только как поставщик ресурсов, а как фундамент жизни, сохранение которого должно быть неременным условием;
- оценка хозяйственной емкости локальных и региональных экосистем страны, определение допустимого антропогенного воздействия на них;
- формирование эффективной системы организации устойчивого развития и создания соответствующей системы воспитания и обучения. Переход нашей страны к устойчивому развитию
- это весьма длительный процесс, который потребует решения огромных по масштабу эколого-экономических и социальных задач, поэтому он будет осуществляться поэтапно.

Основные вехи на этом пути: решение сложнейших социальных и экономических проблем оздоровления окружающей среды, в первую очередь в зонах экологического бедствия; существенная экологизация всего процесса экономического развития, гармонизация взаимодействия с природой всего мирового сообщества, и др.

1. 13 Лекция №13 (2 часа).

Тема: «Возникновение концепции устойчивого развития»

1.13.1 Вопросы лекции:

1. Глобальные экологические проблемы и способы их решения.
2. Возникновение экологических понятий «устойчивость» и «устойчивое развитие».
3. Задача об остоле минимального веса.

1.13.2 Краткое содержание вопросов:

1. Глобальные экологические проблемы и способы их решения.
2. Возникновение экологических понятий «устойчивость» и «устойчивое развитие»

1. Глобальные экологические проблемы и способы их решения

Сегодня экологическую ситуацию в мире можно охарактеризовать как близкую к критической. Среди глобальных экологических проблем можно отметить следующие:

- уничтожены и продолжают уничтожаться тысячи видов растений и животных;
- в значительной мере истреблен лесной покров;
- стремительно сокращается имеющийся запас полезных ископаемых;
- мировой океан не только истощается в результате уничтожения живых организмов, но и перестает быть регулятором природных процессов;
- атмосфера во многих местах загрязнена до предельно допустимых размеров, а чистый воздух становится дефицитом;
- частично нарушен озоновый слой, защищающий от губительного для всего живого космического излучения;
- загрязнение поверхности и обезображивание природных ландшафтов: на Земле невозможно обнаружить ни одного квадратного метра поверхности, где бы не находилось искусственно созданных человеком элементов.

Стало совершенно очевидной пагубность потребительского отношения человека к природе лишь как к объекту получения определенных богатств и благ. Для человечества становится жизненно необходимым изменение самой философии отношения к природе.

Какие же необходимы меры для решения глобальных экологических проблем! Прежде всего следует перейти от потребительско-технократического подхода к природе к поиску гармонии с нею. Для этого, в частности, необходим целый ряд целенаправленных мер по экологизации производства: природосберегающие технологии, обязательная экологическая экспертиза новых проектов, создание безотходных технологий замкнутого цикла.

Другой мерой, направленной на улучшение взаимоотношений человека и природы, является разумное самоограничение в расходовании природных ресурсов, особенно — энергетических источников (нефть, уголь), имеющих для жизни человечества важнейшее значение. Подсчеты международных экспертов показывают, что если исходить из современного уровня потребления (конец XX в.), то запасов угля хватит еще на 430 лет, нефти — на 35 лет, природного газа — на 50 лет. Срок, особенно по запасам нефти, не такой уж и большой. В связи с этим необходимы разумные структурные изменения в мировом энергобалансе в сторону расширения применения атомной энергии, а также поиск новых, эффективных, безопасных и максимально безвредных для природы источников энергии, включая космическую.

Однако ощутимый эффект все перечисленные и другие меры могут дать лишь при условии объединения усилий всех стран для спасения природы. Первая попытка такого международного объединения была осуществлена еще в начале XX века. Тогда в ноябре 1913 г. в Швейцарии состоялось первое международное совещание по вопросам охраны природы с участием представителей 18 крупнейших государств мира.

Ныне межгосударственные формы сотрудничества выходят на качественно новый уровень. Заключаются международные конвенции по охране окружающей среды (квоты по вылову рыб, запрет на промысел китов и др.), осуществляются самые различные совместные разработки и программы. Активизировалась деятельность общественных организаций по защите окружающей среды — «зеленые» («Гринпис»). Экологический интернационал Зеленого Креста и Зеленого Полумесяца в настоящее время разрабатывает программу по решению проблемы «озоновых дыр» в атмосфере Земли. Однако следует признать, что при весьма различном уровне социально-политического развития государств мира международное сотрудничество в экологической сфере еще весьма далеко от своего совершенства.

Еще одним направлением для решения экологической проблемы, и может быть в перспективе — самым важным из всех, является формирование в обществе экологического сознания, понимания людьми природы как другого живого существа, над которым нельзя властвовать без ущерба для него и себя. Экологическое обучение и воспитание в обществе должны быть поставлены на государственный уровень, проводиться с раннего детства. При любых озарениях, рождаемых разумом, и

стремлениях, неизменным вектором поведения человечества должно оставаться его гармония с природой.

2. Возникновение экологических понятий «устойчивость» и «устойчивое развитие»

Решение экологических проблем человечества сегодня связывают с понятием "Устойчивое развитие". Что такое "устойчивое развитие"? Почему в мире сложилась ситуация необходимости пересмотра дальнейшего пути развития? Что же привело к возникновению концепции устойчивого развития? Для того, чтобы ответить на эти вопросы необходимо обратиться к истории.

К возникновению концепции устойчивого развития привели предпосылки, которые условно можно подразделить на социально-экономические и экологические.

Социально-экономические предпосылки возникновения концепции устойчивого развития это:

Господство "философии потребления". На протяжении многих веков человечество придерживалось "ресурсного" пути развития, господствовали принципы:

"человек - царь природы";

"потребление ради процветания".

В процессе истории своего развития человечество использовало окружающую природную среду в качестве источника ресурсов для удовлетворения своих возрастающих потребностей.

Господство ресурсоразрушающих технологий, которое определялось:

- приоритетом экономической выгоды;

- иллюзией неисчерпаемости ресурсного потенциала.

Неадекватность механизма ценообразования на природные ресурсы. То есть возникла ситуация, когда цены на ресурсы не отражают их истинной стоимости. Результатом такого способа хозяйствования явилось истощение ресурсного потенциала и деградация природной среды.

Проблема "Север - Юг"

Одной из основных причин также является наличие в мире двух групп государств с различным уровнем развития, что породило конфликты и противоречия между ними.

Ответом человечеству на принципы и характер взаимоотношений в социально-экономической сфере и системе "Природа - Человечество" было возникновение глобальных экологических проблем, кризисов и катастроф.

Возникновение и нарастание экологических кризисов и катастроф антропогенного происхождения явилось причиной появления первых работ ученых, которые пытались обратить внимание общественности, государств на необходимость пересмотреть взаимоотношения Человечества и Природы.

Первой попыткой изменить ситуацию явилась Конференция ООН в Стокгольме (1972 г.), которая показала, что в мире существуют противоречия во взглядах на процесс развития у индустриально развитых и развивающихся государств: одни хотели экологизации, проведения работ по очищению планеты, другие - экономического развития, преодоления бедности.

В 1983 году была создана Международная комиссия по окружающей среде и развитию (МКОСР), большой заслугой которой явилось понимание необходимости объединения направления развития обеих групп государств: только в процессе экологизации и преодоления отсталости становится возможным выход из кризисной ситуации. В результате родилось понятие "экологическое развитие", которое в докладе "Наше общее будущее" определяется как "sustainable development", или, в русском переводе, "устойчивое развитие" (УР).

Особо значимым событием мирового уровня явилась Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году, на которой был принят ряд важных документов.

Несмотря на достаточно длительный период поиска, человечество до сих пор не пришло к выработке единой научно-обоснованной стратегии развития. Положения Концепции УР носят скорее политический и рекомендательный характер. Ведущим ученым из различных областей знания еще только предстоит исследовать понятие УР, обосновать и наполнить его конкретным содержанием.

Представления о возможных путях развития цивилизации

В настоящее время все многообразие представлений о возможных путях дальнейшего развития цивилизации условно можно подразделить на 3 группы: биоцентризм, антропоцентризм и устойчивое развитие.

Пути развития	Биоцентризм	Устойчивое развитие	Антропоцентризм
Основной принцип	Человек для биосферы	Человечество + биосфера = гармонизация отношений	Биосфера для человека
Господствующая философия	Биосфера - единая самоорганизующаяся система. Человечество - часть биосферы	Развитие человечества в согласии с законами развития биосферы	Биосфера - источник ресурсов для удовлетворения возрастающих потребностей человечества
Пути достижения целей развития	«Назад к природе». Предоставление биосфере возможности восстановления своих функций путем отказа от благ цивилизации	Осознанные ограничения на потребление ресурсов биосферы. Удовлетворение потребностей с учетом возможностей биосферы	Обеспечение «процветания» человечества за счет технологического и технического прогресса

Лекция № 14 «Устойчивость и развитие»

1.14.1 Вопросы лекции:

1. Способы решения экологических проблем в рамках концепции «Устойчивость и развитие».
2. Экологические след и индекс человеческого развития.

1.14.2 Краткое содержание вопросов:

1. Способы решения экологических проблем в рамках концепции «Устойчивость и развитие»

Во второй половине XX в. хозяйственное воздействие на природу достигло размеров, при которых она стала утрачивать способность к самовосстановлению.

Проблема экологии и устойчивого развития - это проблема прекращения вредного воздействия деятельности человека на окружающую среду.

Еще в середине прошлого века экология была внутренним делом каждой страны, потому что загрязнение в результате промышленной деятельности проявлялось лишь в районах с повышенной концентрацией экологически вредных производств. В 1980-е гг. экологическая проблема стала региональной: вредные выбросы достигают близлежащих стран, приходят вместе с ветром и облаками от соседей (кислотные дожди, порожденные выбросами в атмосферу отходов промышленных производств Великобритании и ФРГ, выпадали в Швеции и Норвегии, а в Великих озерах на границе США и Канады живые организмы погибали от ядовитых стоков американских предприятий).

В 1990-х гг. экологическая проблема вышла на глобальный уровень, что проявляется в следующих негативных тенденциях:

- ресурсы, которые принято считать возобновляемыми (тропические леса, рыбные ресурсы и др.) в мире просто не успевают самовосстанавливаться;
- происходит разрушение мировой экосистемы, исчезает все больше представителей флоры и фауны, нарушая экологический баланс в природе;
- все большие территории планеты становятся зоной экологического бедствия. Так, бурное экономическое развитие Китая, сопровождающееся извлечением гигантских объемов природных ресурсов (например, в 2006 г. было добыто 2,4 млрд т угля) и столь же огромным размером экологически грязного производства (выплавка стали достигла 420 млн т), превратило эту страну в сплошную зону экологического бедствия;
- самой сложной и потенциально наиболее опасной проблемой становится возможное изменение климата, которое выражается в росте средней температуры, что, в свою очередь, ведет к росту частоты и интенсивности экстремальных природно-климатических явлений: засух, наводнений, смерчей, резких оттепелей и заморозков, которые наносят значительный экономический ущерб природе, человеку и экономике стран.

Климатические изменения принято связывать с усилением «парникового эффекта» — роста концентрации парниковых газов в атмосфере, которые попадают туда от сжигания топлива, попутного газа в местах добычи, с одной стороны, и сведения лесов и деградации земель — с другой. Хотя существует и другая точка зрения: потепление климата связано не с увеличением концентрации CO₂ в атмосфере, а с вековыми ритмами солнечной активности и вытекающими из этого климатическими циклами на Земле.

Основные последствия загрязнения окружающей среды сводятся к следующему:

- наносится вред здоровью человека и сельскохозяйственных животных;
- загрязненные территории становятся малопригодными или вообще непригодными для проживания людей и их хозяйственной деятельности
- загрязнение может привести к нарушению способности биосферы к самоочищению, ее полному разрушению.

Обострение экологических проблем в развитых странах привело уже в 70-х гг. к резкому изменению государственной политики в области охраны окружающей среды. В ряде стран Западной Европы возникли тогда влиятельные партии и движения «зеленых». Государство стало устанавливать все более и более жесткие экологические нормативы. К 2000 г. произошел рост расходов на природоохранные мероприятия до 250 млрд долл., что более чем в 6 раз превысило уровень расходов в 1970 г. Развитые страны в среднем расходуют до 1,7% своего ВВП на экологические нужды, но этого мало, так как величина ущерба, наносимого природной среде, ежегодно исчисляется примерно 6% ВВП.

В 1980-х гг. мировое сообщество пришло к пониманию, что экологические проблемы не могут быть решены в границах отдельного государства, так как благодаря глобальным круговоротам вещества и энергии географическая оболочка является единым природным комплексом. Это привело к возникновению концепции устойчивого развития (sustainable development), которая предполагает развитие всех стран мира с учетом жизненных

потребностей нынешнего поколения людей, но без лишения этой возможности будущих поколений.

Концепция устойчивого развития была одобрена на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Она предполагает построение устойчивой глобальной экономики, которая смогла бы решить проблему загрязнения планеты, сокращения ресурсов, одним словом, восстановить экологический потенциал планеты для будущих поколений. Причиной экологических бедствий авторы концепции провозглашают быстрое экономическое развитие ведущих стран мира, а также значительный рост населения Земли.

В результате мировая экономика сталкивается с противоречием: каким образом поддерживать устойчивое развитие, одновременно ослабляя негативное воздействие хозяйственной деятельности на экологию. Сократить уровень экологической нагрузки можно в принципе тремя способами:

- снижение численности населения;
- сокращение уровня потребления материальных благ;
- проведение фундаментальных изменений в технологии.

Первый способ фактически уже реализуется естественным образом в развитых и многих переходных экономиках, где значительно снизилась рождаемость. Постепенно этот процесс охватывает все большую часть развивающегося мира. Однако рост общей численности мирового населения будет продолжаться, по крайней мере, еще несколько десятилетий.

Сокращение уровня потребления едва ли возможно, хотя в последнее время в развитых странах складывается новая структура потребления, в которой преобладают услуги и экологически чистые компоненты и продукты повторного использования.

Поэтому первостепенное значение для устойчивого развития мировой экономики приобретают технологии, направленные на сохранение экологических ресурсов планеты:

- ужесточение мер по предотвращению загрязнения окружающей среды. Сегодня действуют жесткие международные и национальные нормы, оговаривающие содержание вредных веществ, например, в выхлопных газах автомобилей, что заставляет автомобилестроительные компании выпускать экологически менее вредные автомобили. В результате ГНК, обеспокоенные негативной реакцией своих потребителей на экологические скандалы, стремятся следовать принципам устойчивого развития во всех странах, где они действуют;

- создание экономичных продуктов, которые можно использовать повторно. Это позволяет уменьшить рост потребления природных ресурсов;

- создание чистых технологий. Проблема здесь состоит в том, что во многих отраслях промышленности применяются устаревшие технологии, не отвечающие потребностям устойчивого развития. Например, в целлюлозно-бумажной промышленности многие производственные процессы строятся на основе использования хлора и его соединений, которые являются одними из самых опасных загрязнителей, и изменить ситуацию может только применение биотехнологий.

К настоящему времени развитые страны смогли снизить уровень загрязнения окружающей среды или, по крайней мере, стабилизировать его. Примером является Япония, страдавшая в 1960-1970-е гг. от непомерного загрязнения атмосферы многочисленными металлургическими заводами, тепловыми электростанциями на угле и т.д., но сумевшая к настоящему времени приобрести статус одной из самых передовых в экологическом смысле стран мира. Однако это произошло не только за счет использования вышеупомянутых технологий, но и потому, что Япония и другие развитые страны заметно переориентировались на формирующиеся экономики как производителей той продукции, выпуск которой сильно загрязняет окружающую среду (химия, металлургия и др.). Причем процесс сворачивания «грязных» производств в развитых странах шел не столько сознательно, сколько стихийно, как вытеснение местной

продукции более дешевой импортной, хотя ТНК развитых стран содействовали этому, перенося «грязные» производства в страны с более низкими издержками.

В результате во многих из этих стран проблема экологии и устойчивого развития стала обостряться.

Наиболее впечатляющим примером международной экологически ориентированной политики является Киотский протокол. Этот документ был принят в 1997 г. на Третьей конференции участников Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Киото (Япония) и в 2005 г. вступил в силу после ратификации его государствами, на долю которых приходится 55% мировых выбросов CO₂. В Киотском протоколе участвуют в основном страны Европы. Россия и Япония, тогда как США и Австралия вышли из него по экономическим причинам, а большинство остальных стран не подписали его. Цель Киотского протокола — сокращение выбросов парниковых газов на 5,2% ниже уровня 1990 г. для развитых стран в 2008-2012 гг. В Киотском протоколе предусмотрены основанные на рыночных механизмах способы сокращения выбросов:

- механизм чистого развития — развитые страны получают зачеты за счет инвестирования в проекты сокращения выбросов в развивающихся странах;
- совместное осуществление — страны получают зачеты за счет инвестирования в проекты сокращения выбросов в развитых странах;
- международная торговля выбросами — страны покупают и продают зачеты выбросов между собой.

Надо заметить, что сокращение выбросов дорого обойдется развитым странам. Выгоды, к которым приведут усилия по предотвращению изменения климата, станут очевидными лишь в долгосрочной перспективе, тогда как издержки, связанные с такими мерами, придется нести в настоящее время.

2. Экологические след и индекс человеческого развития

Экологический след — мера воздействия человека на среду обитания, которая позволяет рассчитать размеры прилегающей территории, необходимой для производства потребляемых нами ресурсов и хранения отходов. Этой единицей измерения можно определить соотношение между своими потребностями и объемами экологических ресурсов те, что есть у нас в запасе. Такая мера позволяет измерить давление (влияние) на окружающую среду любого человека, предприятия, организации, населенного пункта, страны и населения всей планеты. Она отражает расход экологических ресурсов для производства необходимых нам вещей, продуктов питания, энергии и т.д.

Под индикатором понимается показатель (выводимый из первичных данных, которые обычно нельзя использовать для интерпретации изменений); позволяющий судить о состоянии или изменении экономической, социальной или экологической переменной.

Наряду с индикаторами разрабатываются и применяются на практике индексы. Индекс — это агрегированный или взвешенный индикатор, основанный на нескольких других индикаторах или данных. Использование индексов приемлемо там, где хорошо понятны причинно-следственные связи.

Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП)

ИРЧП является комплексным показателем (рис 4), оценивающим уровень средних достижений страны по трем основным направлениям в области развития человека: долголетие на основе здорового образа жизни, определяемое уровнем ожидаемой продолжительности жизни при рождении; знания, измеряемые уровнем грамотности взрослого населения и совокупным валовым коэффициентом поступивших в начальные, средние и высшие учебные заведения; и достойный уровень жизни, оцениваемый по ВВП на душу населения в соответствии с паритетом покупательной способности (ППС в долл. США). Далее ИРЧП будем называть комплексным показателем человеческого

потенциала, индексы по каждому элементу – базовыми показателями человеческого потенциала.

Пороговые значения для расчета ИРЧП

Показатель	Максимальное значение	Минимальное значение
Средняя продолжительность жизни (лет)		
Уровень грамотности взрослого населения (в процентах)		
Совокупный валовой коэффициент поступивших в учебные заведения (в процентах)		
ВВП на душу населения (ППС в долл. США)		

1. 14 Лекция №14 (2 часа).

Тема: «Устойчивость и развитие».

1.14.1 Вопросы лекции:

1. Экологическая устойчивость.
2. Экологическое развитие.

1.14.2 Краткое содержание вопросов:

1. Экологическая устойчивость.

Устойчивое развитие, соответствующее потребностям жизнедеятельности человека и способствующее жизни и развитию последующих поколений, является насущной необходимостью каждой страны, народа, всего человечества. Но есть сомнение в том, в какой степени данное развитие возможно на основе концепции «экологической устойчивости», которую некоторые авторы считают обязательным элементом процесса устойчивого развития.

Экологическая устойчивость – это способность экологической системы сохранять свою структуру и функции в процессе воздействия внутренних и внешних факторов. Синоним этого понятия – экологическая стабильность. Уровень экологической устойчивости стран количественно оценивается «индексом экологической устойчивости» (ИЭУ). Индекс основан на расчете 76 параметров, в том числе показателей состояния экосистем, экологических аспектов здоровья населения, экологического стресса, институциональных и социальных возможностей и международной активности государства. Устойчивого развития, т.е. экологической устойчивости, предполагается достигать следующими путями:

- повышением эффективности применения ресурсов, с помощью внедрения экологически чистых и совершенных технологий, перестройки в структуре экономики, природопользования, обоснованно научно, вторичного использования и потребления отходов производства;
- увеличением средней продолжительности жизни посредством повышения ее качества, экологической и социальной безопасности, улучшения состояния здоровья людей и внедрения «идеи здорового общества» со здоровым образом жизни;
- уменьшением антропогенного давления на природу путем сокращения эмиссий, очистки территорий от «исторических загрязнений», управления отходами, предупреждения экологических чрезвычайных ситуаций и совершенствования деятельности по охране окружающей среды на базе внедрения эффективного экономического механизма

(«зеленые инвестиции» в том числе) и экосистемного трансрегионального принципа осуществления программ устойчивого развития;

- восстановлением и сохранением природной среды, ландшафтов, экосистем и биологического разнообразия.

Нет сомнений в том, что данную экологическую программу можно реализовать практически и за некоторое время прийти к экологической устойчивости, равной 88 баллов ИЭУ и даже превзойти данный уровень. Но как это будет способствовать устойчивому непрерывному развитию социума и решению его экологических проблем?

Современное промышленное производство в качестве орудия человека своим преобразующим действием ориентировано от человека на природу.

Все его ключевые технологии (горнодобывающие, энергетические, химические, металлургические, информационные, сельскохозяйственные, транспорт, строительство, электроника, машиностроение, пищевая промышленность и т.д.) основываются на исчерпаемых ресурсах природных экосистем, которые эксплуатируются и совсем не развиваются людьми. При наиболее эффективном 100%-ном использовании газа, нефти, угля, земли, минералов, пресной воды и воздуха, они начнут заканчиваться в будущем, а с ними замедлится, а потом прекратится устойчивое развитие всего человечества. Маломощными «альтернативными источниками энергии» и возобновляемыми ресурсами (при их природной скорости возобновления) невозможно компенсировать это губительное массовое проедание материальных средств существования и жизненного пространства.

Абсолютно все, что своими машинами люди вычерпывают для себя из окружающей среды, через определенное время превращается в отходы потребления и производства. Даже эти машины и технологии. ВСЕ – на 100%. По этой причине не существует безотходной технической формы производства и техники, и принципиально невозможно их создать. Энергия (даже экологически чистая) переходит в тепло, которое нарушает необратимо тепловой баланс планеты. Газ, нефть и уголь, сгорая, преобразуются в парниковый CO₂, выжигая попутно запасы кислорода на планете. Металлы и иные элементы заканчивают свою жизнь, полезную человеку, в форме загрязняющих эмиссий. «Все - из праха, и все возвратится в прах» - заметил в свое время Экклезиаст.

Из-за огромной разницы в скоростях развертывания естественных и социальных природных процессов земля не успевает поглощать и регенерировать эти отходы. А вся сегодняшняя природоохранная деятельность человека (в том числе управление отходами, их очистка, утилизация и восстановление окружающей среды) приводит к тому, что эти отходы переводятся из одной токсичной формы в следующую, часто гораздо опаснее, но уже для будущих поколений. Очистные технологии сами являются источниками загрязнений! Разве можно говорить об устойчивом развитии, «утилизируя» свои отходы примитивными методами? (Например, известный «прорывной» проект в Казахстане по очистке русла реки Нуры от ртути даст знать о себе, когда через 100 лет «экологической устойчивости» начнут разрушаться ртутные могильники и ртуть начнет просачиваться в грунтовые воды...)

Предел средней продолжительности человеческой жизни в качестве биологической системы ограничивается барьером Хейфлика и равняется 95 ± 5 лет. Что произойдет с устойчивым развитием, когда общество придет к данному порогу «экологической устойчивости» жизни? Уже сейчас страны с самой длинной продолжительностью жизни, в том числе Япония, демонстрируют самые низкие темпы экономического роста. Может быть, население этих стран, достигнув вершин ЭИР (эффективности использования ресурсов) и ИЭУ, уже утратили главный стимул для устойчивого развития?

Итог: замалчивая на самом деле глобальные экологические проблемы общества, скрывая их, авторы концепции «экологической устойчивости» перекладывают эти проблемы на будущие поколения, которым когда-нибудь все равно придется их решать, но уже в условиях острого дефицита исторического времени и недостатка ресурсов и жизненного пространства для последующего развития.

Так почему же теория «**экологической устойчивости**» не гарантирует устойчивого развития? Да потому, что процесс развития системы можно обеспечить лишь процессами согласованного развития каждого из ее компонента. Достаточно одного неразвивающегося элемента, который пребывает в состоянии «устойчивости», чтобы вся система остановила свое развитие. Невозможно идти вперед, размахивая руками и одной ногой, когда вторая нога присохла к земле.

Представьте младенца, стремящегося к устойчивому развитию во взрослого человека сомнительным методом стабилизации среды, которая его окружает: мягких подгузников и ползунков, уютной колыбели, горшка, соски с бутылочкой теплого молока, игрушек, окружения любящих свое чадо родителей.

Представили? Это же невозможно до смешного! Мы можем изменить себя, лишь изменяя окружающую среду.

Этому непоколебимому диалектическому закону подчиняется и общество: невозможно обеспечить его устойчивое развитие «экологической устойчивостью», это можно сделать лишь ее экологическим развитием. Второго не дано – и в условиях экологического удушья, на зеленой лужайке естественной природы развитие цивилизации невозможно!

Повышение эффективности применения ресурсов, сокращение антропогенного давления на природу, восстановление и сохранение окружающей среды, повышение качественного уровня здоровья и продолжительности жизни людей, конечно, необходимы, но они губительно недостаточны. Необходимо параллельно приступать к гораздо значимой научной и организационной работе над управлением экологическим развитием производительных сил природы и человека.

Известно, что безопасное производство, основанное на неисчерпаемых источниках ресурсов, можно создать, но лишь на новой системной основе, которая предполагает обеспечение согласованной связи процессов развития природы и общества. Это целесообразное согласование в интересах человека, которые удовлетворяются за счет благоприятного развития природы, гарантируется внедрением историзма в практику естествознания и обеспечением полного методологического единства методом организации научного (интеллектуального) и материального производств. Затратная машинная индустрия, исчерпывающая ресурсы и силы природы и человека должна быть преобразована в совершенно новую гуманоиндустрию обоюдного экологического развития созидательных возможностей природы и человека.

Действие технологических процессов, преобразующих природу, при этом движется в противоположном направлении – от природы к человеку.

Из орудия человека промышленность преобразуется в искусственное «орудие» природы, которое в области материального производства повышает возможности производства не людей, а естественных экосистем. Природа, оснащенная человеком технологически, начинает сама давать нам все необходимые формы энергии и вещества в необходимых объемах, как сегодня она иногда выделяет, но в виде скудных и редких «даров» природы (возобновляемых ресурсов). В гуманоиндустрии исчезает техническая оболочка производства, она формально и функционально объединяется с природной средой и преобразуется в материальную базу «ноосферной» гармонии, о которой мечтал в свое время академик В.И. Вернадский.

2. Экологическое развитие

Во второй половине XX в. хозяйственное воздействие на природу достигло размеров, при которых она стала утрачивать способность к самовосстановлению.

Проблема экологии и устойчивого развития - это проблема прекращения вредного воздействия деятельности человека на окружающую среду.

Еще в середине прошлого века экология была внутренним делом каждой страны, потому что загрязнение в результате промышленной деятельности проявлялось лишь в районах с повышенной концентрацией экологически вредных производств. В 1980-е гг. экологическая проблема стала региональной: вредные выбросы достигают близлежащих

стран, приходят вместе с ветром и облаками от соседей (кислотные дожди, порожденные выбросами в атмосферу отходов промышленных производств Великобритании и ФРГ, выпадали в Швеции и Норвегии, а в Великих озерах на границе США и Канады живые организмы погибали от ядовитых стоков американских предприятий).

В 1990-х гг. экологическая проблема вышла на глобальный уровень, что проявляется в следующих негативных тенденциях:

- ресурсы, которые принято считать возобновляемыми (тропические леса, рыбные ресурсы и др.) в мире просто не успевают самовосстанавливаться;
- происходит разрушение мировой экосистемы, исчезает все больше представителей флоры и фауны, нарушая экологический баланс в природе;
- все большие территории планеты становятся зоной экологического бедствия. Так, бурное экономическое развитие Китая, сопровождающееся извлечением гигантских объемов природных ресурсов (например, в 2006 г. было добыто 2,4 млрд т угля) и столь же огромным размером экологически грязного производства (выплавка стали достигла 420 млн т), превратило эту страну в сплошную зону экологического бедствия;
- самой сложной и потенциально наиболее опасной проблемой становится возможное изменение климата, которое выражается в росте средней температуры, что, в свою очередь, ведет к росту частоты и интенсивности экстремальных природно-климатических явлений: засух, наводнений, смерчей, резких оттепелей и заморозков, которые наносят значительный экономический ущерб природе, человеку и экономике стран.

Климатические изменения принято связывать с усилением «парникового эффекта» — роста концентрации парниковых газов в атмосфере, которые попадают туда от сжигания топлива, попутного газа в местах добычи, с одной стороны, и сведения лесов и деградации земель — с другой. Хотя существует и другая точка зрения: потепление климата связано не с увеличением концентрации CO₂ в атмосфере, а с вековыми ритмами солнечной активности и вытекающими из этого климатическими циклами на Земле.

Основные последствия загрязнения окружающей среды сводятся к следующему:

- наносится вред здоровью человека и сельскохозяйственных животных;
- загрязненные территории становятся малопригодными или вообще непригодными для проживания людей и их хозяйственной деятельности
- загрязнение может привести к нарушению способности биосферы к самоочищению, ее полному разрушению.

Обострение экологических проблем в развитых странах привело уже в 70-х гг. к резкому изменению государственной политики в области охраны окружающей среды. В ряде стран Западной Европы возникли тогда влиятельные партии и движения «зеленых». Государство стало устанавливать все более и более жесткие экологические нормативы. К 2000 г. произошел рост расходов на природоохранные мероприятия до 250 млрд долл., что более чем в 6 раз превысило уровень расходов в 1970 г. Развитые страны в среднем расходуют до 1,7% своего ВВП на экологические нужды, но этого мало, так как величина ущерба, наносимого природной среде, ежегодно исчисляется примерно 6% ВВП.

В 1980-х гг. мировое сообщество пришло к пониманию, что экологические проблемы не могут быть решены в границах отдельного государства, так как благодаря глобальным круговоротам вещества и энергии географическая оболочка является единым природным комплексом. Это привело к возникновению концепции устойчивого развития (sustainable development), которая предполагает развитие всех стран мира с учетом жизненных потребностей нынешнего поколения людей, но без лишения этой возможности будущих поколений.

Концепция устойчивого развития была одобрена на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Она предполагает построение устойчивой глобальной экономики, которая смогла бы решить проблему загрязнения планеты, сокращения ресурсов, одним словом, восстановить экологический потенциал планеты для будущих поколений. Причиной экологических бедствий авторы концепции

провозглашают быстрое экономическое развитие ведущих стран мира, а также значительный рост населения Земли.

В результате мировая экономика сталкивается с противоречием: каким образом поддерживать устойчивое развитие, одновременно ослабляя негативное воздействие хозяйственной деятельности на экологию. Сократить уровень экологической нагрузки можно в принципе тремя способами:

- снижение численности населения;
- сокращение уровня потребления материальных благ;
- проведение фундаментальных изменений в технологии.

Первый способ фактически уже реализуется естественным образом в развитых и многих переходных экономиках, где значительно снизилась рождаемость. Постепенно этот процесс охватывает все большую часть развивающегося мира. Однако рост общей численности мирового населения будет продолжаться, по крайней мере, еще несколько десятилетий.

Сокращение уровня потребления едва ли возможно, хотя в последнее время в развитых странах складывается новая структура потребления, в которой преобладают услуги и экологически чистые компоненты и продукты повторного использования.

Поэтому первостепенное значение для устойчивого развития мировой экономики приобретают технологии, направленные на сохранение экологических ресурсов планеты:

- ужесточение мер по предотвращению загрязнения окружающей среды. Сегодня действуют жесткие международные и национальные нормы, оговаривающие содержание вредных веществ, например, в выхлопных газах автомобилей, что заставляет автомобилестроительные компании выпускать экологически менее вредные автомобили. В результате ГНК, обеспокоенные негативной реакцией своих потребителей на экологические скандалы, стремятся следовать принципам устойчивого развития во всех странах, где они действуют;
- создание экономичных продуктов, которые можно использовать повторно. Это позволяет уменьшить рост потребления природных ресурсов;
- создание чистых технологий. Проблема здесь состоит в том, что во многих отраслях промышленности применяются устаревшие технологии, не отвечающие потребностям устойчивого развития. Например, в целлюлозно-бумажной промышленности многие производственные процессы строятся на основе использования хлора и его соединений, которые являются одними из самых опасных загрязнителей, и изменить ситуацию может только применение биотехнологий.

К настоящему времени развитые страны смогли снизить уровень загрязнения окружающей среды или, по крайней мере, стабилизировать его. Примером является Япония, страдавшая в 1960-1970-е гг. от непомерного загрязнения атмосферы многочисленными металлургическими заводами, тепловыми электростанциями на угле и т.д., но сумевшая к настоящему времени приобрести статус одной из самых передовых в экологическом смысле стран мира. Однако это произошло не только за счет использования вышеупомянутых технологий, но и потому, что Япония и другие развитые страны заметно переориентировались на формирующиеся экономики как производителей той продукции, выпуск которой сильно загрязняет окружающую среду (химия, металлургия и др.). Причем процесс сворачивания «грязных» производств в развитых странах шел не столько сознательно, сколько стихийно, как вытеснение местной продукции более дешевой импортной, хотя ГНК развитых стран содействовали этому, перенося «грязные» производства в страны с более низкими издержками.

В результате во многих из этих стран проблема экологии и устойчивого развития стала обостряться.

Наиболее впечатляющим примером международной экологически ориентированной политики является Киотский протокол. Этот документ был принят в 1997 г. на Третьей конференции участников Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Киото

(Япония) и в 2005 г. вступил в силу после ратификации его государствами, на долю которых приходится 55% мировых выбросов CO₂. В Киотском протоколе участвуют в основном страны Европы. Россия и Япония, тогда как США и Австралия вышли из него по экономическим причинам, а большинство остальных стран не подписали его. Цель Киотского протокола — сокращение выбросов парниковых газов на 5,2% ниже уровня 1990 г. для развитых стран в 2008-2012 гг. В Киотском протоколе предусмотрены основанные на рыночных механизмах способы сокращения выбросов:

- механизм чистого развития — развитые страны получают зачеты за счет инвестирования в проекты сокращения выбросов в развивающихся странах;
- совместное осуществление — страны получают зачеты за счет инвестирования в проекты сокращения выбросов в развитых странах;
- международная торговля выбросами — страны покупают и продают зачеты выбросов между собой.

Надо заметить, что сокращение выбросов дорого обойдется развитым странам. Выгоды, к которым приведут усилия по предотвращению изменения климата, станут очевидными лишь в долгосрочной перспективе, тогда как издержки, связанные с такими мерами, придется нести в настоящее время.

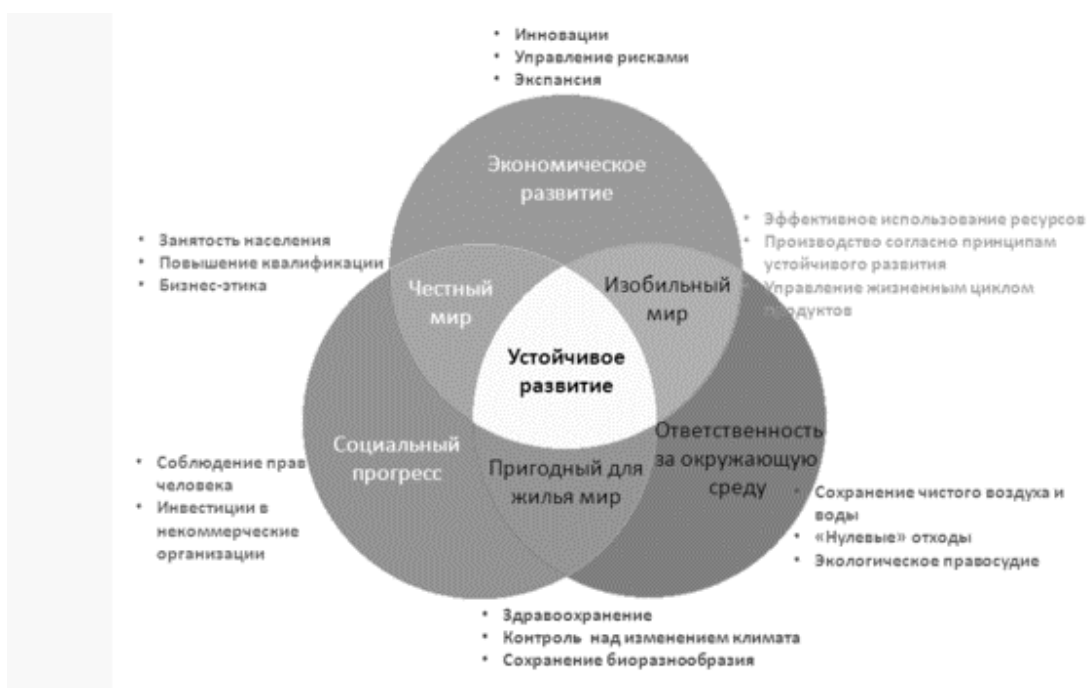


Рисунок 3. Основные части устойчивого развития

2. Экологический след и индекс человеческого развития

Экологический след — мера воздействия человека на среду обитания, которая позволяет рассчитать размеры прилегающей территории, необходимой для производства потребляемых нами ресурсов и хранения отходов. Этой единицей измерения можно определить соотношение между своими потребностями и объемами экологических ресурсов те, что есть у нас в запасе. Такая мера позволяет измерить давление (влияние) на окружающую среду любого человека, предприятия, организации, населенного пункта, страны и населения всей планеты. Она отражает расход экологических ресурсов для производства необходимых нам вещей, продуктов питания, энергии и т.д.

Под индикатором понимается показатель (выводимый из первичных данных, которые обычно нельзя использовать для интерпретации изменений); позволяющий судить о состоянии или изменении экономической, социальной или экологической переменной.

Наряду с индикаторами разрабатываются и применяются на практике индексы. Индекс – это агрегированный или взвешенный индикатор, основанный на нескольких других индикаторах или данных. Использование индексов приемлемо там, где хорошо понятны причинно-следственные связи.

Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП)

ИРЧП является комплексным показателем (рис 4), оценивающим уровень средних достижений страны по трем основным направлениям в области развития человека: долголетие на основе здорового образа жизни, определяемое уровнем ожидаемой продолжительности жизни при рождении; знания, измеряемые уровнем грамотности взрослого населения и совокупным валовым коэффициентом поступивших в начальные, средние и высшие учебные заведения; и достойный уровень жизни, оцениваемый по ВВП на душу населения в соответствии с паритетом покупательной способности (ППС в долл. США). Далее ИРЧП будем называть комплексным показателем человеческого потенциала, индексы по каждому элементу – базовыми показателями человеческого потенциала.



Рис. 4. Структура и состав индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП).

Пороговые значения для расчета ИРЧП

Показатель	Максимальное значение	Минимальное значение
Средняя продолжительность жизни (лет)		
Уровень грамотности взрослого населения (в процентах)		
Совокупный валовой коэффициент поступивших в учебные заведения (в процентах)		
ВВП на душу населения (ППС в долл. США)		

1. 15 Лекция №15 (2 часа).

Тема: «Природоохранная деятельность»

1.15.1 Вопросы лекции:

1. Природоохранная деятельность в России.

2. Принципы осуществления международного сотрудничества в области охраны окружающей среды

.

1.15.2 Краткое содержание вопросов:

1. Природоохранная деятельность в России

В нашей стране в разные периоды прилагались определенные усилия по охране природы. Законы по защите окружающей среды в СССР были приняты в 70--80-х годах XX в..

В 1991 г. принят Закон РСФСР «Об охране окружающей природной среды». Прежде всего он определяет принципы охраны

- * окружающей среды: приоритет охраны жизни и здоровья человека,
- * сочетание экономических и экологических интересов,
- * рациональное использование природных ресурсов, гласность и
- * открытость экологической информации и др.

Закон устанавливает права граждан в сфере охраны окружающей среды, основные правовые институты охраны природы, особо охраняемые природные территории, зоны чрезвычайной экологической обстановки, а также требования к различным видам деятельности, основы экологического контроля и образования, виды экологических правонарушений и ответственность за них. Закон содержит свод правил ее охраны в условиях хозяйственного развития и является, таким образом, Экологическим кодексом России. Задачи этого закона можно разделить три части:

- * охрана природной среды (а через нее и здоровья человека);
- * предупреждение вредного воздействия хозяйственной и их деятельности;
- * оздоровление окружающей среды и улучшение ее качеств

Ведущим принципом, направленным на решение этих задач, закон называет сочетание экологических и экономических интересов, научно обоснованное с точки зрения сохранения, а при необходимости и восстановления природной среды и здоровья человека. Это научно обоснованное сочетание должно устанавливать нормативы качества окружающей природной среды -- предельно допустимые нормы воздействия (химического, физического, биологического и т.д.), предельно допустимые концентрации вредных веществ, предельно допустимые выбросы, сбросы вредных веществ, нормы радиационного и электромагнитного воздействия, шума, вибрации, нормы вредных остаточных веществ в продуктах питания и т.п. Чтобы обеспечить выполнение нормативов качества окружающей природной среды, закон формирует экологические требования, предъявляемые ко всем хозяйственным структурам и гражданам, которые несут ответственность за их неисполнение. Запрещается финансировать и реализовывать проекты и программы, не получившие положительного заключения государственной экологической экспертизы. В состав комиссии по приемке законченного строительства включаются представители органов охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического контроля. Без их подписи объект не принимается. Закон устанавливает наложение крупного штрафа на членов приемочных комиссий за прием к эксплуатации объектов с нарушением экологических требований. Уголовный кодекс РФ допускает привлечение таких лиц к уголовной ответственности за халатность или злоупотребление служебным положением.

Впервые в нашем законодательстве в закон включен раздел, отражающий право граждан на здоровую и благоприятную окружающую природную среду. Реальными гарантиями этого права являются нормативы предельно допустимых вредных воздействий, система экологического контроля за их исполнением и ответственность за невыполнение. Закреплено право граждан и общественных экологических движений предоставлять

экологическую информацию, участвовать в экологической экспертизе, требовать ее назначения, проводить митинги, демонстрации, обращаться в административные и судебные органы с заявлениями о приостановлении или прекращении деятельности экологически вредных объектов, с исками о возмещении вреда, причиненного здоровью и имуществу. Сумма причиненного вреда взыскивается с причинителя, а если установить его невозможно, то за счет средств соответствующего государственного экологического фонда, т.е. в данном случае государство отвечает перед гражданином. В состав экономического механизма охраны окружающей среды закон включает две категории факторов: позитивные и негативные. Их цель -- обеспечить экономический интерес природопользователя к ограничению вредного воздействия на природу. Позитивные факторы создают прямые экономические стимулы к охране природы и обеспечивают финансирование, кредитование льготы, уменьшенное налогообложение при внедрении экологически чистых технологий. Негативные факторы влияют на экономический интерес через изъятие части дохода в качестве платы за пользование природными ресурсами, налога на экологически вредную продукцию или продукцию, выпускаемую с применением экологически опасных технологий. Различают два вида платежей за пользование природными ресурсами: один -- за изъятие, потребление природного вещества второй -- за сброс, выброс, размещение отходов производства в природной среде. Система экономического стимулирования дополняется в законе мерами административно-правового воздействия. К таким мерам закон относит экологическую экспертизу, экологический контроль, меры административно-правового пресечения вредной деятельности, ответственности за экологические правонарушения. Экологический контроль представлен в трех формах: системой мониторинга окружающей среды, государственным контролем, производственным и общественным контролем.

Важную роль приобретают отраженные в законе принцип международного сотрудничества в деле охраны окружающей среды, поскольку задачи экологического возрождения трансграничны и полноценно могут быть решены лишь усилиями всего мирового сообщества. Россия подписала ряд международных соглашений об охране окружающей среды. В последние годы в стране наблюдается усиление влияния местных органов власти и природоохранительных органов на работу промышленности.

В Москве, например, запрещено применять этилированный бензин. Московский комитет по охране природы с 1989 г. ввел круглосуточное дежурство экологической скорой помощи (тел. 952-72-881 задача которой оперативно реагировать на сообщения о загрязнении воздуха, воды или почвы. Более 150 экологически вредных предприятий Москвы либо останавливались, либо были закрыты.

2. Принципы осуществления международного сотрудничества в области охраны окружающей среды

Задачами международного сотрудничества в области природоохранной деятельности являются решения проблем соотношения правового регулирования экономики разных стран, воздействия человеческого общества на окружающую среду в целом и взаимовлияния экологии, права и экономики, а также вопросы организации рационального природопользования с применением рыночных рычагов воздействия и приведения экологических стандартов разных стран к единообразию.

Обмен между государствами включает в себя большой комплекс экологически значимых товаров -- добыча, продажа, транспортировка и вывоз охотничьих, в том числе пушных, трофеев, экспонатов и коллекций редких животных и растений; переработка нефти, производимых из нее продуктов, газа, иного углеводородного сырья; экспорт лесоматериалов; импорт продовольствия; ввоз технологий, промышленной продукции, химических веществ, а также радиоактивных отходов для переработки. Международные стандарты качества распространяются и на услуги экологического характера -- сертификацию лесной и иной экологической продукции, внедрение экологического аудита, добровольное и обязательное страхование экологических рисков, иные формы

экологического предпринимательства. Кроме этого, в сферу взаимодействия стран в области экологии входят стихийные перемещения природных объектов и транснациональные загрязнения.

Управление и контроль на глобальном региональном и национальном уровнях за состоянием и изменениями окружающей среды на основе общепризнанных критериев и параметров являются международными принципами, которые принимаются большинством государств, а это подразумевает заключение не только межрегиональных и двусторонних, но и многосторонних международных соглашений по вопросам охраны окружающей среды при организации и осуществлении природопользования.

Соглашения условно можно классифицировать по тематике, дающей представление об уровне и масштабах глобализации, о на правлениях международного экологического сотрудничества:

- * вопросы создания международных экологических организаций (всего 40) (Всемирная метеорологическая организация (1950 г.) Международный фонд по компенсациям за причиненный загрязнениями нефтью ущерб (1994 г.);

- * охрана отдельных природных ресурсов (39) -- охрана все мирного культурного и природного наследия (1972 г.), международная торговля видами дикой фауны и флоры находящимися под угрозой исчезновения (1973 г.), трансграничное загрязнение воздуха на большие расстояния (1979 г.), сохранение биологического разнообразия (1992 г.); охрана ресурсов Мирового океана: о регулировании размеров ячеек рыболовных сетей и пределов размеров рыб (1953 г.), о рыболовстве в водах Черного моря (1959 г.), в Северо-Западной Атлантике (1978 г.), Балтийского моря (1973 г.), Средиземного моря (1976 и 1980 гг, о предотвращении загрязнений сбросами с судов (1973, 1988 и 1992 гг);

- * вопросы радиационной безопасности (13) --о защите трудящихся от ионизирующей радиации (1960 г.), о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой (1963 г.), о нераспространении ядерного оружия (1968 г.), об оперативном оповещении о ядерной аварии (1986 г.) и др.

Международными соглашениями охватывается решение проблем, связанных с использованием транспортных средств (16), Антарктики (5), космоса (4), военным использованием и уничтожением неядерного оружия массового поражения (4).

Глобальный характер экологии приводит к созданию глобальных наднациональных экологических органов управления -- международные органы по охране китов, морских котиков, белых медведей и других исчезающих видов животных, а также растений. Координация деятельности государств по установлению квот нефте- и газодобычи и минимальных цен на углеводородное сырье осуществляется ОПЕК. Проводится обмен технологиями в области использования энергии солнца, ветра, морских приливов; согласование мер поиска, обработки, транспортировки, охраны и продажи алмазов, платины, палладия, золота и других драгоценных металлов; формирование системы ограничений вредных выбросов в атмосферу, наблюдения за выбросами, взимания платы за излишки загрязнений, допущенные после 1990 г. и подписания Киотского протокола. Сформирован в рамках стран единой Европы Европейский экологический арбитражный суд, европейская экологическая комиссия и другие органы экологического взаимодействия.

Документом глобального партнерства между государствами, который имеет своей целью заключение международных соглашений, обеспечивающих уважение интересов всех и защиту целостности глобальной системы охраны окружающей среды и развития, признавая комплексный и взаимозависимый характер Земли, нашего дома,- является Декларация по окружающей среде и развитию, принятая в Рио-де-Жанейро на всемирной конференции «Окружающая среда и развитие» (Рио-де-Жанейро, 14.06.1992 г.). Здесь же были приняты заявление о принципах защиты и управления всеми видами лесов; конвенция о биологическом разнообразии; конвенция об изменении климата.

Для развития информационного сотрудничества в области гармонизации измерений, согласованного сбора и обмена экологической информацией на международном уровне и интеграции в международные системы мониторинга создаются сети национальных центров информации о состоянии окружающей среды Глобального экологического мониторинга Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), учитывая и соблюдая международные стандарты.

1. 16. Лекция №16 (2 часа).

Тема: «Природные ресурсы и их охрана»

Вопросы

1. Природные ресурсы, используемые человеком и их охрана. Понятие «загрязнение среды».

2. Природные ресурсы, их классификация, оценка и учёт

1.16.2 Краткое содержание вопросов:

1. Природные ресурсы, используемые человеком и их охрана. Понятие «загрязнение среды».

Природные ресурсы — природные компоненты, которые используются или могут быть использованы в процессе общественного производства для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества.

XX век характеризуется небывалым ростом народонаселения и мирового общественного производства. Бурное развитие в последние годы НТП привело к особенно резкому усилению антропогенного воздействия на природную среду. Масштаб воздействия человека на природную среду стал планетарным. Он влияет на все компоненты природы: рельеф, климат, воды, почвы, органический мир и т. д. Потребности человека в сырье возрастают. Рациональное использование всех природных ресурсов — актуальная задача человечества.

Все природные ресурсы делятся на исчерпаемые и неисчерпаемые. Исчерпаемые ресурсы — ресурсы недр и экосистемы, которые в процессе производства исчерпываются.

Они делятся на возобновимые и невозобновимые. Ресурсы возобновимые — способны к восстановлению (лесные, растительные, животные, земельные, водные и т. д.), т. е. они могут восстановиться самой природой, однако их природное восстановление (плодородие почв, древесной и травянистой массы, количество животных и т. д.) часто не совпадает с темпами использования. Расход возобновимых ресурсов начинает превышать размеры их природного восстановления.

Для того, чтобы этого не произошло, необходимо:

Изменить технологию переработки исчерпаемых ресурсов. Ресурсы углеводородного сырья повысить за счет производства синтетического жидкого топлива. Расширить вовлечение в производство вторичного сырья. Так, в развитых странах получение меди на 30-40% основывается на утилизации вторичного сырья. Утилизировать ценные компоненты, которые выбрасываются промышленными предприятиями в атмосферу. Так, одна ТЭС, работающая на угле, мощностью 1 млн. кВт ежедневно выбрасывает в атмосферу до 15 тонн сернистых газов и до 6 тонн сернистой золы. Применять безотходные технологии. Экономно расходовать топливно-энергетические ресурсы: переход на дизельное топливо и нетрадиционные источники энергии. Повышать добычу нефти за счет широкого внедрения современных методов добычи. К неисчерпаемым природным ресурсам относятся те, которые в процессе производства нельзя исчерпать. Это -энергия Солнца, приливов и отливов, геотермальная, ветра, биологической массы, морских волн, синтетического топлива, атмосферных осадков и т. д. Использование неисчерпаемых природных ресурсов не приводит к общему уменьшению их запасов на

Земле. Минеральные, биологические, водные, климатические ресурсы — сырье для различных отраслей хозяйства. Сырье, которое используется в производстве, превращается в экономические ресурсы общества. Существуют и другие виды экономических ресурсов — капитал, трудовые, интеллектуальные, возможности менеджмента. И использованные природные ресурсы после определенной технологической обработки становятся средствами труда и разнообразными материальными благами. Природные ресурсы на Земле размещены неравномерно. Не только отдельные страны, но и крупные регионы отличаются друг от друга уровнем ресурсообеспеченности. Ресурсообеспеченность — это соотношение между величиной (т. е. запасами) природных ресурсов и размерами их добычи. Она выражается количеством лет, на которое должно хватить данного сырья, либо его запасами из расчета на 1 человека. $\text{Ресурсообеспеченность} = (\text{запасы}) / (\text{объем добычи}) = \text{Количество лет}$ На показатель ресурсообеспеченности влияют богатство или бедность территории природными ресурсами. Поэтому для хозяйственного освоения страны необходимо знать о ее территориально-природно-ресурсном потенциале. Природно-ресурсный потенциал территории — это совокупность ее природных ресурсов, которые могут быть использованы в хозяйственной деятельности с учетом научно-технического прогресса. ПРИ характеризуется двумя главными показателями -размерами и структурой, которая включает минерально-сырьевой, земельный, водный и другие потенциалы. Однако, если природных ресурсов в той или другой стране мало, это не значит, что страна обречена на бедность, ведь экономические ресурсы каждой страны измеряются не только их количеством. Большое значение имеют людские ресурсы и наличие капитала в стране. Примером могут быть так называемые «новые индустриальные страны», а также Япония, которые достигли высоких экономических результатов при ограниченной природно-сырьевой базе.

2. Природные ресурсы, их классификация, оценка и учёт

Более общим определением природных ресурсов, является данное А. А. Минцом - "естественные ресурсы... тела и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества в форме непосредственного участия в материальной деятельности .

В связи с двойственным характером понятия "природные ресурсы", отражающим их природное происхождение, с одной стороны, и хозяйственную, экономическую значимость - с другой, разработаны и широко применяются в специальной и географической литературе несколько классификаций.

1. 17 Лекция №17 (2 часа).

Тема: «Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта»

1.17.1 Вопросы лекции:

1. Выбросы от автотранспорта в атмосферу

2. Влияние вредных веществ на организм ьности.

1.17.2 Краткое содержание вопросов:

1. Выбросы от автотранспорта в атмосферу

Угарный газ и окислы азота, столь интенсивно выделяемые на первый взгляд невинным голубоватым дымком глушителя автомобиля - вот одна из основных причин головных болей, усталости, немотивированного раздражения, низкой трудоспособности. Сернистый газ способен воздействовать на генетический аппарат, способствуя бесплодию и врожденным уродствам, а все вместе эти факторы ведут к стрессам, нервным проявлениям, стремлению к уединению, безразличию к самым близким людям. В

больших городах также более широко распространены заболевания органов кровообращения и дыхания, инфаркты, гипертония и новообразования. По расчетам специалистов, «вклад» автомобильного транспорта в атмосферу составляет до 90% по окиси углерода и 70% по окиси азота. Автомобиль также добавляет в почву и воздух тяжелые металлы и другие вредные вещества. Основными источниками загрязнения воздушной среды автомобилей являются отработавшие газы ДВС, картерные газы, топливные испарения.

Вредные вещества, загрязняющие атмосферу

Образование токсичных веществ - продуктов неполного сгорания и окислов азота в цилиндре двигателя в процессе сгорания происходит принципиально различными путями. Первая группа токсичных веществ связана с химическими реакциями окисления топлива, протекающими как в предпламенный период, так и в процессе сгорания - расширения. Вторая группа токсичных веществ образуется при соединении азота и избыточного кислорода в продуктах сгорания. Реакция образования окислов азота носит термический характер и не связана непосредственно с реакциями окисления топлива.

К основным токсичным выбросам автомобиля относятся: отработавшие газы (ОГ), картерные газы и топливные испарения. Отработавшие газы, выбрасываемые двигателем, содержат окись углерода (CO), углеводороды (СХНУ), окислы азота (NOX), бенз(а)пирен, альдегиды и сажу. Картерные газы - это смесь части отработавших газов, проникшей через неплотности поршневых колец в картер двигателя, с парами моторного масла. Топливные испарения поступают в окружающую среду из системы питания двигателя: стыков, шлангов и т.д. Распределение основных компонентов выбросов у карбюраторного двигателя следующее: отработавшие газы содержат 95% CO, 55% СХНУ и 98% NOX, картерные газы по - 5% СХНУ, 2% NOX, а топливные испарения - до 40% СХНУ.

В общем случае в составе отработавших газов двигателей могут содержаться следующие нетоксичные и токсичные компоненты: O, O₂, O₃, C, CO, CO₂, CH₄, C_nH_m, C_nH_mO, NO, NO₂, N, N₂, NH₃, HNO₃, HCN, H, H₂, OH, H₂O.

Основными токсичными веществами - продуктами неполного сгорания являются сажа, окись углерода, углеводороды, альдегиды.

Вредные токсичные выбросы: CO, NOX, СХНУ, RXCHO, SO₂, сажа, дым.

CO (оксид углерода) - этот газ без цвета и запаха, более легкий, чем воздух. Образуется на поверхности поршня и на стенке цилиндра, в котором активация не происходит вследствие интенсивного теплоотвода стенки, плохого распыления топлива и диссоциации CO₂ на CO и O₂ при высоких температурах.

Во время работы дизеля концентрация CO незначительна (0,1...0,2%). У карбюраторных двигателей при работе на холостом ходу и малых нагрузках содержание CO достигает 5...8% из-за работы на обогащенных смесях. Это достигается для того, чтобы при плохих условиях смесеобразования обеспечить требуемое для воспламенения и сгорания число испарившихся молекул.

NOX (оксиды азота) - самый токсичный газ из ОГ.

N - инертный газ при нормальных условиях. Активно реагирует с кислородом при высоких температурах.

Выброс с ОГ зависит от температуры среды. Чем больше нагрузка двигателя, тем выше температура в камере сгорания, и соответственно увеличивается выброс оксидов азота.

Кроме того, температура в зоне горения (камера сгорания) во многом зависит от состава смеси. Слишком обедненная или обогащенная смесь при горении выделяет меньшее количество теплоты, процесс сгорания замедляется и сопровождается большими потерями теплоты в стенке, т.е. в таких условиях выделяется меньшее количество NO_x, а выбросы растут, когда состав смеси близок к стехиометрическому (1 кг топлива к 15 кг воздуха). Для дизельных двигателей состав NO_x зависит от угла опережения впрыска топлива и периода задержки воспламенения топлива. С увеличением угла опережения впрыска топлива удлиняется период задержки воспламенения, улучшается однородность

топливовоздушной смеси, большее количество топлива испаряется, и при сгорании резко (в 3 раза) увеличивается температура, т.е. увеличивается количество NO_x .

Кроме того, с уменьшением угла опережения впрыска топлива можно существенно снизить выделение оксидов азота, но при этом значительно ухудшаются мощностные и экономические показатели.

Гидроводороды (C_xH_y) - этан, метан, бензол, ацетилен и др. токсичные элементы. ОГ содержат около 200 разных гидроводородов.

В дизельных двигателях C_xH_y образуются в камере сгорания из-за гетерогенной смеси, т.е. пламя гаснет в очень богатой смеси, где не хватает воздуха за счет неправильной турбулентности, низкой температуры, плохого распыления.

ДВС выбрасывает большее количество C_xH_y , когда работает в режиме холостого хода, за счет плохой турбулентности и уменьшения скорости сгорания.

Дым - непрозрачный газ. Дым может быть белым, синим, черным. Цвет зависит от состояния ОГ.

Белый и синий дым - это смесь капли топлива с микроскопическим количеством пара; образуется из-за неполного сгорания и последующей конденсации.

Белый дым образуется, когда двигатель находится в холодном состоянии, а потом исчезает из-за нагрева. Отличие белого дыма от синего определяется размером капли: если диаметр капли больше длины волны синего цвета, то глаз воспринимает дым как белый.

К факторам, определяющим возникновение белого и синего дыма, а также его запах в ОГ, относятся температура двигателя, метод образования смеси, топливные характеристики (цвет капли зависит от температуры ее образования: при увеличении температуры топлива дым приобретает синий цвет, т.е. уменьшается размер капли).

Кроме того, бывает синий дым от масла.

Наличие дыма показывает, что температура недостаточна для полного сгорания топлива.

Черный дым состоит из сажи.

Дым отрицательно влияет на организм человека, животных и растительность.

Сажа - представляет собой бесформенное тело без кристаллической решетки; в ОГ дизельного двигателя сажа состоит из неопределенных частиц с размерами 0,3... 100 мкм.

Причина образования сажи заключается в том, что энергетические условия в цилиндре дизельного двигателя оказываются достаточными, чтобы молекула топлива разрушилась полностью. Более легкие атомы водорода диффундируют в богатый кислородом слой, вступают с ним в реакцию и как бы изолируют углеводородные атомы от контакта с кислородом.

Образование сажи зависит от температуры, давления в камере сгорания, типа топлива, отношения топливо-воздух.

SO_2 (оксид серы) - образуется во время работы двигателя из топлива, получаемого из сернистой нефти (особенно в дизелях); эти выбросы раздражают глаза, органы дыхания.

SO_2 ; H_2S - очень опасны для растительности.

Главным загрязнителем атмосферного воздуха свинцом в Российской Федерации в настоящее время является автотранспорт, использующий этилированный бензин: от 70 до 87 % общей эмиссии свинца по различным оценкам. PbO (оксиды свинца) - возникают в ОГ карбюраторных двигателей, когда используется этилированный бензин, чтобы увеличить октановое число для уменьшения детонации (это очень быстрое, взрывное сгорание отдельных участков рабочей смеси в цилиндрах двигателя со скоростью распространения пламени до 3000 м/с, сопровождающееся значительным повышением давления газов). При сжигании одной тонны этилированного бензина в атмосферу выбрасывается приблизительно 0,5... 0,85 кг оксидов свинца. По предварительным данным, проблема загрязнения окружающей среды свинцом от выбросов автотранспорта становится значимой в городах с населением свыше 100 000 человек и для локальных участков вдоль автотрасс с интенсивным движением. Радикальный метод борьбы с

загрязнением окружающей среды свинцом выбросами автомобильного транспорта - отказ от использования этилированных бензинов. По данным 1995г. 9 из 25 нефтеперерабатывающих заводов России перешли на выпуск неэтилированных бензинов. В 1997 году доля неэтилированного бензина в общем объеме производства составила 68%. Однако, из-за финансовых и организационных трудностей полный отказ от производства этилированных бензинов в стране задерживается.

Альдегиды ($RxCHO$) - образуются, когда топливо сжигается при низких температурах или смесь очень бедная, а также из-за окисления тонкого слоя масла в стенке цилиндра.

При сжигании топлива при высоких температурах эти альдегиды исчезают.

Загрязнение воздуха идет по трем каналам: 1)ОГ, выбрасываемые через выхлопную трубу (65%); 2)картерные газы (20%); 3)углеводороды в результате испарения топлива из бака, карбюратора и трубопроводов (15%).

2. Влияние вредных веществ на организм

Некоторые компоненты вредных выбросов автомобильного транспорта участвуют в процессах взаимодействия с компонентами воздушной среды, результатом которых является возникновение новых вредных веществ (вторичные атмосферные загрязнители). Загрязнители вступают с компонентами атмосферного воздуха в физическое, химическое и фотохимическое взаимодействия.

Многообразие продуктов выхлопов автомобильных двигателей может быть классифицировано по группам, сходным по характеру воздействия на организмы или химической структуре и свойствам:

- 1) нетоксичные вещества: азот, кислород, водород, водяной пар и углекислый газ, содержание которых в атмосфере в обычных условиях не достигает уровня, вредного для человека;
- 2) монооксид углерода, наличие которого характерно для выхлопов бензиновых двигателей;
- 3) оксиды азота (~ 98% NO , ~ 2% NO_2), которые по мере пребывания в атмосфере соединяются с кислородом;
- 4) углеводороды (алкаин, алкены, алкадиены, цикланы, ароматические соединения);
- 5) альдегиды;
- 6) сажа;
- 7) соединения свинца.
- 8) серистый ангидрид.

Чувствительность населения к действию загрязнения атмосферы зависит от большого числа факторов, в том числе от возраста, пола, общего состояния здоровья, питания, температуры и влажности и т.д. Лица пожилого возраста, дети, больные, курильщики, страдающие хроническим бронхитом, коронарной недостаточностью, астмой, являются более уязвимыми.

Проблема состава атмосферного воздуха и его загрязнения от выбросов автотранспорта становится все более актуальной.

Среди факторов прямого действия (все, кроме загрязнения окружающей среды) загрязнение воздуха занимает, безусловно, первое место, поскольку воздух - продукт непрерывного потребления организма.

Дыхательная система человека имеет ряд механизмов, помогающих защитить организм от воздействия загрязнителей воздуха. Волоски в носу отфильтровывают крупные частицы. Липкая слизистая оболочка в верхней части дыхательного тракта захватывает мелкие частицы и растворяет некоторые газовые загрязнители. Механизм непроизвольного чихания и кашля удаляет загрязненный воздух и слизь при раздражении дыхательной системы.

Тонкие частицы представляют наибольшую опасность для здоровья человека, так как способны пройти через естественную защитную оболочку в легкие. Вдыхание озона вызывает кашель, одышку, повреждает легочные ткани и ослабляет иммунную систему.

Влияние загрязнения воздуха на здоровье населения состоит в следующем.

Взвешенные частицы. Частицы пыли размером от 0,01 до 100 мкм классифицируются следующим образом:

более 100 мкм - осаждающиеся, менее 5 мкм - практически неосаждающиеся.

Частицы первого типа безвредны, поскольку быстро осаждаются либо на поверхности земли, либо в верхних дыхательных путях. Частицы второго типа попадают глубоко в легкие. Установлено присутствие соединений углерода, углеводорода, парафина, ароматических веществ, мышьяка, ртути и др. в легких вследствие проникновения пыли, а также связь с частотой заболевания раком, хроническим заболеванием дыхательных путей, астмой, бронхитом, эмфиземой легких. Резкое увеличение частоты хронических бронхитов начинается с концентрации 150 - 200 мкг/м³. При попадании в дыхательные пути сажи, возникают хронические заболевания (размеры твердых частиц 0.5...2 мкм), ухудшается видимость, а также сажа абсорбирует на своей поверхности сильнейшие канцерогенные вещества (бенз(а)пирен), что опасно для человеческого организма. Норма сажи в ОГ составляет 0.8 г/м³. выброс шумовой вибрация излучение

Сернистый ангидрид. Оказывает пагубное влияние на слизистую оболочку верхних дыхательных путей, вызывает бронхиальную закупорку. Начиная с 500 мкг/м³ у больных бронхитом наблюдаются осложнения, 200 мкг/м³ вызывает увеличение приступов у астматиков.

Оксиды азота. Диоксид азота и фитохимические производные являются побочными продуктами нефтехимических производств и рабочих процессов дизельных двигателей. Оказывают влияние на легкие и на органы зрения. Начиная с 150 мкг/м³, при длительных воздействиях происходит нарушение дыхательных функций. Оксиды азота раздражают слизистую оболочку глаз и носа, разрушают легкие. В дыхательных путях оксиды азота реагируют с влагой, которая находится в этом месте. Оксиды азота способствуют разрушению озонового слоя.

Считается, что токсичность NO_x больше в 10 раз, чем CO. N₂O действует как наркотик. Норма NO_x в воздухе - 0,1 мг/м³.

Озон. Повышение концентрации оксидов азота и углеводородов под действием солнечной радиации порождает фотохимический смог (озон, ПАН и др.) Фоновая концентрация озона в природе 20 - 40 мкг/м³. При 200 мкг/м³ наблюдается заметное негативное воздействие на организм человека.

Моноксид углерода. При сжигании топлива в условиях недостатка воздуха, CO генерируется в процессе работы автомобильных двигателей. Соединяясь с гемоглобином (Hb), из вдыхаемого воздуха попадает в кровь, препятствуя насыщению крови кислородом, а следовательно, и тканей, мышц, мозга. При концентрации 20 - 40 мкг/м³ в течение 1 часа содержание HbCO в крови повышается на 2 - 3%, что вызывает ослабление зрения, ориентации в пространстве, реакций. CO вызывает нарушение нервной системы, головную боль, похудение, рвоту.

Диспансерные исследования Института экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН показали, что длительное вдыхание воздуха, содержащего моноксид углерода в концентрациях 3-6 ПДК и диоксид азота 2-3 ПДК, вызывает в детском организме ряд ответных реакций. Установлены удлинение времени латентного периода зрительно - моторной реакции, хронический тонзиллит, хронический ринит, гипертрофия миндалин, снижение жизненной емкости легких.

Основными представителями **альдегидов**, поступающих в атмосферный воздух с выбросами автомобилей, являются формальдегид и акролеин. Действие формальдегида характеризуется раздражающим эффектом по отношению к нервной системе. Он поражает внутренние органы и атактивирует ферменты, нарушает обменные процессы в

клетке путем подавления цитоплазматического и ядерного синтеза. Именно RxCNO определяют запах ОГ.

Биологическое действие фотооксидантов (смесь озона, диоксида азота и формальдегида) на клеточном уровне подобно действию радиации, вызывает цепную реакцию клеточных повреждений.

Углеводороды (СхНу) имеют неприятные запахи. СхНу раздражают глаза, нос и очень вредны для флоры и фауны. СхНу от паров бензина также токсичны, допускается 1,5 мг/м³ в день.

Оксиды свинца накапливаются в организме человека, попадая в него через животную и растительную пищу. Свинец и его соединения относятся к классу высокотоксичных веществ, способных причинить ощутимый вред здоровью человека. Свинец влияет на нервную систему, что приводит к снижению интеллекта, а также вызывает изменения физической активности, координации, слуха, воздействует на сердечно-сосудистую систему, приводя к заболеваниям сердца. Свинцовое отравление (сатурнизм) занимает первое место среди профессиональных интоксикаций.

Содержание свинца в растениях, которые растут около дорог, зависит от расстояния растения до дороги. Норма РЬ в Европе - 10 мг РЬ в 1 кг травы.

Современные исследования в области влияния состояния атмосферного воздуха на здоровье населения можно характеризовать следующей качественной таблицей 2 общего плана.

Таблица 1

Кратность превышения ПДК	Ответ состояния здоровья населения
1	Нет изменений в состоянии здоровья
2-3	Изменение состояния здоровья по некоторым показателям
4- 7	Выраженные функциональные сдвиги
8- 10	Рост специфической и неспецифической заболеваемости
100	Острые отравления
500	Летальные отравления

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы не предусмотрены рабочим учебным планом

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

3.1 Практическое занятие №ПЗ-1 (2 часа).

Тема: «Основы экологии. Общие экологические проблемы».

3.1.1 Задание для работы:

1. Множества и операции над ними. Диаграммы Венна-Эйлера.
2. Элементы алгебры множеств.

3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

3.2 Практическое занятие №ПЗ-2-3 (4 часа).

Тема: «Оценка уровня выбросов вредных веществ в атмосферу. Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы»

3.2.1 Задание для работы:

1. Расчет выбросов в атмосферу загрязняющих веществ

Расчет загрязнений атмосферного воздуха производится на основе «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86).

Основные задачи расчетов.

1. Определение допустимых нормативов (лимитов) выбросов для каждого загрязняющего вещества по известному составу и расходу дымовых газов при заданных условиях выбросов от источника загрязнений (ИЗ).
2. Определение количества вредных веществ, которые могут поступить от данного источника за время работы (ИЗ) в течение года $M_{\text{фи}}$ (т/год).
3. Расчет ПДВ. ПДВ – это максимальные выбросы в единицу времени для данного природопользователя по данному компоненту, которые создают в приземном слое атмосферы концентрацию этого вещества C_i , не превышающую ПДК_{МРi}, с учетом фоновое загрязнение $C_{\text{фи}}$.

Для газов с избыточной температурой ДТ ПДВ определяется по формуле:

, г/с

Здесь ПДК_{МРi} – максимальная разовая предельно допустимая концентрация i-того вещества в приземном слое атмосферы, мг/м³;

$C_{\text{фи}}$ – фоновая концентрация вредного вещества в приземном слое атмосферы, мг/м³;

A – коэффициент атмосферной температурной стратификации, определяющий условия вертикального перемещения слоев (240 – для субтропиков, 200 – для Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Сибири, 160 – для Севера, 120 – для центра РФ);

F – коэффициент, учитывающий скорость оседания частиц (для газов – 1, для пыли при разных степенях очистки – 2...3);

m, n – коэффициенты, учитывающие условия выбросов (при оценочных расчетах их произведение может быть принято равным 1);

o – коэффициент, характеризующий местность (для равнины – 1, для пересеченной – 2);

H – высота трубы, м;

$V_{\text{дг}}$ – объемный расход дымовых газов, м³/с;

ДТ – разность температур уходящих газов и наружного воздуха, °С.

Вредные примеси в воздухе	Химич. формула	Коэффициенты			Разовая доза ПДК, мг/м ³		Класс опасн.
		F	m	n	Максим.	Ср./сут.	
Пыль, зола	-	3	1	1	0,5	0,15	3
Окись углерода	CO	1	1	1	5	0,5	3
Окись азота	NO	1	1	1	0,6	0,06	3
Сернистый ангидрид	SO ₂	1	1	1	0,5	0,05	3
Двуокись азота	NO ₂	1	1	1	0,085	0,009	3

Полученные значения ПДВ пересчитываются в массу допустимых выбросов за общее время работы ИЗ (φ_{раб}) в течение года М_г^{ПДВ} (т/год) по формуле:

$$M_{г}^{ПДВ} = ПДВ_i * \phi_{раб}$$

Масса фактических выбросов за год М_ф определяется по формуле:

$$M_{ф} = a * M_{г}^{ПДВ}, \text{ т/год}$$

Здесь а – степень превышения фактических выбросов над ПДВ.

Задача №1

Цель расчета: определить нормативы допустимых выбросов и количество фактических вредных выбросов в атмосферу при сжигании углеводородного топлива в котельной за год для пяти вредных веществ: SO₂, CO, NO, NO₂ и золы.

Расчет произвести для двух вариантов:

1. Масса выброса равна массе ПДВ.
2. Масса выброса превышает ПДВ в а раз.

Сопоставить результаты расчетов и сделать выводы.

Котельная работает без аварий в течение отопительного сезона.

Исходные данные.

№ п/п	Расход дым. газов V _{дг} , м ³ /с	Высота трубы Н, м	Характ. местности	ДТ, °С	Степень превышения норматива а	Фон. конц. загр. С _{фi} , мг/м ³	Город Краснодар	
							А	Кэс
44	6,0+0,015*44	15+0,1*44	1	333	2,5+0,01*44	0,37*ПДК	200	1,92

Для газов с избыточной температурой ДТ ПДВ определяется по формуле:

, г/с

Составим вспомогательную таблицу:

Вредные примеси в воздухе	Химич. формула	ПДК _{МР} мг/м ³	С _{Фi} мг/м ³
Зола	-	0,5	0,185
Окись углерода	CO	5	1,85
Окись азота	NO	0,6	0,222
Сернистый ангидрид	SO ₂	0,5	0,185
Двуокись азота	NO ₂	0,085	0,031

$$ПДВ_{зола} = 0 = 2,58 \text{ г/с}$$

$$ПДВ_{CO} = 0 = 77,30 \text{ г/с}$$

$$ПДВ_{NO} = 0 = 9,28 \text{ г/с}$$

$$ПДВ_{SO_2} = 0 = 7,73 \text{ г/с}$$

$$\text{ПДВ}_{\text{NO}_2} = 0 = 1,33 \text{ г/с}$$

Полученные значения ПДВ пересчитываются в массу допустимых выбросов за общее время работы ИЗ ($\phi_{\text{раб}}$) в течение года $M_i^{\text{ПДВ}}$ (т/год) по формуле

$$M_i^{\text{ПДВ}} = \text{ПДВ}_i * \phi_{\text{раб.}}$$

Так как время работы ИЗ по условию 1 год, то для варианта 1 $M_i^{\text{ПДВ}} = \text{ПДВ}_i$, а для 2-го варианта $M_i^{\text{ПДВ}} = a * \text{ПДВ}_i$.

$$M_{1\text{зола}}^{\text{ПДВ}} = \text{ПДВ}_{\text{зола}} = 2,58 \text{ г/с}$$

$$M_{1\text{CO}}^{\text{ПДВ}} = \text{ПДВ}_{\text{CO}} = 77,30 \text{ г/с}$$

$$M_{1\text{NO}}^{\text{ПДВ}} = \text{ПДВ}_{\text{NO}} = 9,28 \text{ г/с}$$

$$M_{1\text{SO}_2}^{\text{ПДВ}} = \text{ПДВ}_{\text{SO}_2} = 7,73 \text{ г/с}$$

$$M_{1\text{NO}_2}^{\text{ПДВ}} = \text{ПДВ}_{\text{NO}_2} = 1,33 \text{ г/с}$$

$$M_{2\text{зола}}^{\text{ПДВ}} = a * \text{ПДВ}_{\text{зола}} = 2,94 * 2,58 = 7,58 \text{ г/с}$$

$$M_{2\text{CO}}^{\text{ПДВ}} = a * \text{ПДВ}_{\text{CO}} = 2,94 * 77,30 = 227,27 \text{ г/с}$$

$$M_{2\text{NO}}^{\text{ПДВ}} = a * \text{ПДВ}_{\text{NO}} = 2,94 * 9,28 = 27,27 \text{ г/с}$$

$$M_{2\text{SO}_2}^{\text{ПДВ}} = a * \text{ПДВ}_{\text{SO}_2} = 2,94 * 7,73 = 22,73 \text{ г/с}$$

$$M_{2\text{NO}_2}^{\text{ПДВ}} = a * \text{ПДВ}_{\text{NO}_2} = 2,94 * 1,33 = 3,90 \text{ г/с}$$

Масса фактических выбросов за год $M_{\text{фi}}$ определяется по формуле:

$$M_{\text{фi}} = a * M_i^{\text{ПДВ}}, \text{ т/год.}$$

Здесь a – степень превышения фактических выбросов над ПДВ.

1 вариант.

$$M_{1\text{фзола}} = 2,94 * 2,58 = 7,58 \text{ т/год}$$

$$M_{1\text{фCO}} = 2,94 * 77,30 = 227,27 \text{ т/год}$$

$$M_{1\text{фNO}} = 2,94 * 9,28 = 27,27 \text{ т/год}$$

$$M_{1\text{фSO}_2} = 2,94 * 7,73 = 22,73 \text{ т/год}$$

$$M_{1\text{фNO}_2} = 2,94 * 1,33 = 3,90 \text{ т/год}$$

2 вариант.

$$M_{2\text{фзола}} = 2,94 * 7,58 = 22,27 \text{ т/год}$$

$$M_{2\text{фCO}} = 2,94 * 227,27 = 668,17 \text{ т/год}$$

$$M_{2\text{фNO}} = 2,94 * 27,27 = 80,18 \text{ т/год}$$

$$M_{2\text{фSO}_2} = 2,94 * 22,73 = 66,82 \text{ т/год}$$

$$M_{2\text{фNO}_2} = 2,94 * 3,90 = 11,45 \text{ т/год}$$

При превышении массы допустимых выбросов над ПДВ масса фактических выбросов растет в геометрической прогрессии.

2. Расчет платы за загрязнение среды выбросами котельной

Суммарная плата за загрязнение среды выбросами складывается из

- платы за ПДВ по базовой цене (Π_i , руб./год), включаемой в себестоимость, и
- платы за превышение ПДВ по нормативу платы в пределах установленных лимитов ($\Pi_i^{\text{Л}}$, руб./год)

2.1. Расчет платы $\Pi_{\text{у}}$ (руб./год) за фактические выбросы $M_{\text{фi}}$ от данного ИЗ может производиться для двух случаев:

Вариант 1. Если выбросы не превышают ПДВ, то есть $M_{\text{фi}} \leq M_i^{\text{ПДВ}}$. В этом случае суммарная плата за загрязнение среды определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{у}} = M_{\text{фi}} * \Pi_i * K_{\text{и}} * K_{\text{э}}, \text{ руб./год}$$

Здесь $K_{\text{и}}$ – коэффициент индексации (установленный на 2006 г. $K_{\text{и}} = 1,3$)

$K_{\text{э}}$ – коэффициент экологической ситуации для данной местности (из Прил. 2 к пост. Правит. РФ №344 от 12.06.2003 г.: для Северо-Кавказского региона – 1,6, для городов $K_{\text{э}} * 1,2$, для Краснодара 1,92)

Π_i – нормативная плата за выброс 1-ой тонны ПДВ i -того вещества, руб./т (из Прил. 1 к пост. Правит. РФ №344 от 12.06. 2003 г.) (SO_2 -40, CO -0,6, NO -35, NO_2 -52, зола-55)

M_{fi} – величина фактического выброса i -того вещества, т/год.

Вариант 2. Если выбросы превышают ПДВ, но находятся в пределах установленных лимитов, то суммарная плата за загрязнение определяется по формуле:

K_i – коэффициент индексации (установленный на 2006 г. $K_i = 1,3$)

$K_{эс}$ – коэффициент экологической ситуации для j -того ИЗ

Π_i – нормативная плата за выброс 1-ой тонны ПДВ i -того вещества, руб./т

$M_i^{ПДВ}$ – масса ПДВ i -того вещества в атмосферу, т/год

α – штрафной коэффициент: в настоящее время равен 5.

M_{fi} – величина фактического выброса i -того вещества, т/год

a – степень превышения фактических выбросов над ПДВ.

Плата за превышение ПДВ производится за счет прибыли.

Выводы. На основе этих расчетов

– делают вывод о необходимости очистки выбросов,

– дают технико-экономическую оценку вариантов систем очистки.

Задача №2

Цель расчета: Рассчитать плату за годовые выбросы из котельной пяти для 5-ти вредных веществ: SO_2 , CO , NO , NO_2 и золы по данным задачи №1.

Расчет произвести для двух вариантов:

1. Масса выброса равна массе ПДВ.

2. Масса выброса превышает ПДВ в a раз.

Выбросы находятся в пределах допустимых лимитов.

Сопоставить результаты расчетов и сделать выводы.

Решение.

Если выбросы превышают ПДВ (как в наших случаях), но находятся в пределах установленных лимитов, то суммарная плата за загрязнение определяется по формуле:

K_i – коэффициент индексации (установленный на 2006 г. $K_i = 1,3$)

$K_{эс}$ – коэффициент экологической ситуации для j -того ИЗ (для Краснодара 1,92)

Π_i – нормативная плата за выброс 1-ой тонны ПДВ i -того вещества, руб./т (SO_2 -40, CO -0,6, NO -35, NO_2 -52, зола-55)

$M_i^{ПДВ}$ – масса ПДВ i -того вещества в атмосферу, т/год

α – штрафной коэффициент: в настоящее время равен 5.

M_{fi} – величина фактического выброса i -того вещества, т/год

a – степень превышения фактических выбросов над ПДВ.

1 вариант.

$\Pi_{1y} = 1,3 * 1,92 * (1516,9 + 496,29 + 3474,8 + 3309,2 + 737,36) = 23798,24$ руб/год

2 вариант.

$\Pi_{2y} = 1,3 * 1,92 * (4458,3 + 1459,06 + 10213,35 + 9727,2 + 2167,88) = 69952,37$ руб/год

При превышении выбросов сверх ПДВ плата возрастает в геометрической прогрессии.

Для уменьшения платы за загрязнение атмосферы стоит добиваться эффективного снижения выбросов вредных веществ, а также, по возможности, возврата их в исходный технологический процесс.

4. Расчет шумовых характеристик движущегося поезда и эквивалентного

3.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

3.3 Практическое (семинарское) занятие №ПЗ-4 (2 часа).

Тема: «Общая экология»

3.3.1 Задание для работы:

- 1 - Как следует понимать "Генофонд" и каково состояние генофонда россиян?
- 2 - Перечислите и кратко охарактеризуйте методы и средства экологических исследований, включая использующиеся в экологии человека.
- 3 - Как следует понимать термин "Генетический груз" в отношении населения?
4. Дайте определение понятия "Экологическая ниша" и приведите примеры ее "заполнения" в урбанизированных экосистемах.
5. Каковы генетические основы эволюции видов и имеют ли они какое либо отношение к эволюции Человека?
6. Каковы важнейшие условия существования и развития жизни на Земле

3.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

Особое внимание следует уделить изучению общих понятий экологии. В данном случае эффективным средством обучения становится самостоятельная работа студентов.

При рассмотрении первого и второго вопросов необходимо выделить особенности экологии человека.

В четвертом вопросе необходимо рассмотреть, что входит в понятие экологической ниши в урбанизированных экосистемах.

3.4 Практическое занятие №ПЗ-5 (2 часа).

Тема: «Социальная экология»

3.4.1 Задание для работы:

- 1 - Что такое вид и как использует человек свойства вида в своих целях?
- 2 - Перечислите важнейшие современные экологические проблемы.
- 3- Современная экология представляет собой систему взаимосвязанных областей знаний. Какие области знаний входят в эту систему?
- 4 - Каковы важнейшие отличия живого вещества от неживого?
- 5 - Что такое природные ресурсы и каково их значение в жизни общества?
- 6 – Что такое природно-ресурсный потенциал?
- 7 - Назовите основные периоды природопользования и покажите в чем их отличие.
- 8 - Назовите важнейшие революции в использовании природных ресурсов.

3.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

В первом вопросе следует рассмотреть, что представляет собой вид, группы организмов, которые обладают общими признаками в строении тела, физиологии и способах взаимоотношения со средой, способных скрещиваться между собой с образованием плодовитого потомства, но не способных это делать с организмами других видов. Иначе говоря, вид организмов находится в репродуктивной изоляции от организмов других видов. Человек использует эти свойства вида в различных целях, добываясь в одних случаях максимальной продуктивности, например в животноводстве, в других - декоративных качеств, например цветов, или каких-то иных свойств. Например, существует множество специально выведенных собак совершенно разного предназначения.

В ответе на второй вопрос отметить, что современные экологические проблемы включают в себя: потепление климата Земли; замусоривание ближнего космоса; сокращение мощности стратосферного озонового экрана и усиление ультрафиолетовой радиации; химическое загрязнение атмосферы; загрязнение океана и изменение свойств океанических вод; истощение и загрязнение вод суши; накопление радиоактивных отходов и радиоактивное загрязнение всех сред; изменение геохимического баланса ландшафтов; скопления всякого рода твердых и жидких отходов; углубление процесса опустынивания; сокращение площади тропических лесов и северной тайги, основных поставщиков кислорода атмосферы планеты; освобождение экологических ниш на фоне общего снижения биоразнообразия; абсолютное перенаселение Земли и относительное

переуплотнение отдельных регионов; крайняя дифференциация бедности и богатства; ухудшение среды жизнеобитания в переуплотненных городах и мегаполисах; истощение многих месторождений минерального сырья.

Третий вопрос - Первоначально экология была определена, как наука о взаимоотношении организмов и их сообществ между собой и окружающей их средой (Э.Геккель, 1866).

Теперь экология включает в себя: науку, изучающую среду обитания всех живых существ, включая человека; область знаний, рассматривающая совокупность природных объектов, явлений и процессов, по отношению к объекту или субъекту, принимаемому за центральный в этой совокупности" (в философском, обобщенном смысле; другие области экологии: геоэкология - область знаний о взаимоотношении с окружающей средой геологоразведочного и горного производства, глобальная экология, экология человека, экология общества (социальная экология), региональные направления экологии (например экология арктических и субарктических регионов, экология пустынь, экология океанов)

В восьмом вопросе - Первая революция в использовании природных ресурсов сельскохозяйственная - переход от собирательства и охоты к скотоводству и возделыванию сельскохозяйственных культур. Вторая, революция - изобретение паровой машины. Третья - информационная революция основана на широчайшем внедрении компьютеров и современных систем коммуникации и связи.

3.5 Практическое занятие №ПЗ-6-7 (4 часа).

Тема: «Нормирование загрязняющих веществ в почве»

3.5.1 Задание для работы:

1. Нормирование загрязняющих веществ в почве.

3.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

Нормирование загрязняющих веществ в почве

Определить массу и объем осадка, образовавшегося после очистки бытовых сточных вод, который допустимо использовать в качестве удобрения для сельскохозяйственного объекта.

Расчет количества осадка, который возможно использовать в качестве удобрения, проводится по следующей методике:

1. Составляется уравнение материального баланса, исходя из условия равномерного смешивания осадка с плодородным слоем почвы

$$C_{\text{ф}} \cdot M + C_{\text{ос}} \cdot m = C_{\text{см}} (M + m),$$

где $C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация i -го вещества в почве, мг/кг почвы; M – масса плодородного слоя почвы, кг; $C_{\text{ос}}$ – концентрация i -го вещества в осадке, мг/кг осадка; m = масса осадка, кг; $C_{\text{см}}$ – концентрация i -го вещества в почве после смешивания ее с осадком, мг/кг почвы.

Для того чтобы осадок можно было использовать в качестве удобрения, необходимо соблюдение следующего основного условия для каждого вещества:

$$C_{\text{см}} \leq \text{ПДК},$$

где ПДК - предельно-допустимая концентрация i -го вещества в почве, мг/кг почвы.

2. Определяется объем W и масса M плодородного слоя почвы на участке по формулам:

$$W = HS, \quad M = W\rho_{\text{п}},$$

где H - мощность почвенного слоя, м; S - площадь с/х объекта (участка), м^2 , $\rho_{\text{п}}$ - плотность почвы, $\text{т}/\text{м}^3$.

3. Масса осадка t , подлежащего размещению на участке, определяется по вышеприведенной формуле материального баланса:

$$m = \frac{M(C_{см} - C_{\phi})}{C_{\alpha} - C_{см}}$$

4. Максимальный объем осадка V , предназначенного для размещения на участке, составит:

$$V = m / \rho_{ос}$$

где $\rho_{ос}$ - плотность осадка, т/м^3 .

Высота осадка будет равна: $h = V/S$.

Пример.

Осадок, образовавшийся при очистке бытовых сточных вод, содержит медь в концентрации $C(\text{Cu}) = 14 \text{ г/м}^3$, и нитраты в концентрации $C(\text{NO}_3^-) = 450 \text{ г/м}^3$. Плотность осадка $\rho_{ос} = 1,30 \text{ т/м}^3$. Плодородный слой участка представлен серыми лесными почвами суглинистого механического состава мощностью $H=0,3 \text{ м}$ и плотностью $\rho_{п} = 1,55 \text{ т/м}^3$. Фоновая концентрация меди в почве по данным санитарно-эпидемиологической службы равна $C_{\phi}(\text{Cu})=0,3 \text{ мг/кг}$ почвы, нитратов - $C_{\phi}(\text{NO}_3^-) = 40 \text{ мг/кг}$. Требуется определить массу m , объем V и высоту h осадка, который допустимо использовать в качестве удобрения для с/х объекта на площади $S=0,5 \text{ га}$.

Решение:

Объем и масса плодородного слоя почвы на участке площадью $S=0,5 \text{ га}$ составят:

$$W = 0,3 \text{ м} \cdot 5000 \text{ м}^2 = 1500 \text{ м}^3, M = 1500 \text{ м}^3 \cdot 1,55 \text{ т/м}^3 = 2325 \text{ т}.$$

Для определения массы осадка по уравнению материального баланса сначала необходимо найти концентрацию меди и нитратов из расчета на кг осадка:

$$C_{\alpha}(\text{Cu}) = \frac{C(\text{Cu})}{\rho_{ос}} = \frac{14 \cdot 10^3}{1,3 \cdot 10^3} = 10,8 \text{ мг/кг}$$

$$C_{\alpha}(\text{NO}_3^-) = \frac{C(\text{NO}_3^-)}{\rho_{ос}} = \frac{450 \cdot 10^3}{1,3 \cdot 10^3} = 346,2 \text{ мг/кг}$$

Для определения максимально допустимой массы осадка для меди и нитратов, принимаем концентрацию каждого из них после смешивания равной ПДК.

$$m(\text{Cu}) = \frac{M(C_{см} - C_{\phi})}{C_{\alpha} - C_{см}} = \frac{2325(3 - 0,3)}{10,8 - 3} = 804,8 \text{ т}$$

$$m(\text{NO}_3^-) = \frac{M(C_{см} - C_{\phi})}{C_{\alpha} - C_{см}} = \frac{2325(130 - 40)}{346,2 - 130} = 967,9 \text{ т}$$

Расчеты показывают, что для меди и нитратов максимально допустимая масса осадка различна, поэтому для размещения осадка следует выбирать минимальное значение размещаемой массы осадка, т.е.

$$m_{ос} = \min \{ m(\text{Cu}), m(\text{NO}_3^-) \} = 804,8 \text{ т}.$$

При выборе массы осадка, рассчитанной для меди и равной 804,8 т, концентрация нитратов в осадке после смешивания составит:

$$C_{\alpha}(\text{NO}_3^-) = \frac{C(\text{NO}_3^-)m_{ос} + C_{\phi}(\text{NO}_3^-)M}{m_{ос} + M} = \frac{346,2 \times 804,8 \cdot 10^3 + 40 \times 2325 \cdot 10^3}{804,8 \cdot 10^3 + 2325 \cdot 10^3} = 92 \text{ мг/кг}$$

т.е. меньше ПДК.

Максимальный объем V и высота h осадка, предназначенного для размещения на участке, составят:

$$V = \frac{m_{ос}}{\rho_{ос}} = \frac{804,8}{1,3} = 619,1 \text{ м}^3; \quad h = \frac{V}{S} = \frac{619,1}{5000} = 0,124 = 12,4 \text{ см}$$

Задание. Определить массу m , объем V и высоту h осадка, а также концентрацию всех компонентов в осадке, который допустимо использовать в качестве удобрения для с/х объекта на площади S согласно данным варианта, выбранного по последней цифре в номере списка группы.

Таблица 4.1

Варианты для выполнения задания

Данные для	№										
расчета	варианта										
Площадь участка S , га	1,5	1,0	0,9	0,8	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	
Мощность почвенного слоя H_m	0,25	0,2	0,2	0,25	0,3	0,2	0,3	0,25	0,2	0,3	
Плотность почвенного слоя ρ_p , т/м ³	1,60	1,61	1,62	1,63	1,50	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60	
Фоновое содержание в почвенном слое $C_{ф}(x)$, мг/кг	Си	0,50	0,60	0,70	0,80	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,30
Mn											
V											
NO_3^-											
Содержание в осадке $C(x)$, г/м ³	Си										
Mn											
V											
NO_3^-											
Плотность осадка $\rho_{ос}$, т/м ³	1,34	1,36	1,4	1,38	1,25	1,30	1,40	1,27	1,32	1,36	

Таблица 4.2

Цель занятий: определения показателей химического загрязнения почв города.

Задачи:

- изучение гигиенических требований к качеству почв
- изучение основных загрязнителей и источников загрязнения почвенного покрова на урбанизированных территориях;
- изучение санитарно- токсикологических показателей

Учебные вопросы:

1. Поясните термины – биотический и абиотический компоненты экосистемы.
2. Физический и химический состав почвы.
3. Свойства почвы;

4. Значение почвы в экосистемах;

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление о:

- компонентах почвы и их роли в функционировании экосистем;
- продуктивности наземных экосистем;
- земельных ресурсах планеты;

знать:

- методы и средства определения основных загрязнителей;
- особое свойство почвенного покрова;
- новейшие технологии восстановления почвенного покрова;

уметь:

- анализировать и оценивать экологическое состояние почв;
- реализовывать решения по рекультивации территории требует
- проводить мониторинг состояния почвы

владеть навыками:

- использования полученных знаний в области охраны природы;
- оценки опасности загрязнения любым токсикантом;
- проведения контроль качества почв;
- методами реализации мер экологической безопасности

Методические рекомендации по изучению темы:

При освоении темы необходимо:

- изучить теоретический материал
- выполнить задание
- ответить на контрольные вопросы;

Теоретический материал

В соответствии с «Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.1.7.1287-03» к качеству почвы различных территорий в зависимости от их функционального назначения и использования предъявляются определенные требования. В почвах городских и сельских поселений и сельскохозяйственных угодий содержание потенциально опасных для человека химических и биологических веществ, биологических и микробиологических организмов в почвах на разной глубине, а также уровень радиационного фона не должны превышать предельно допустимые концентрации (уровни), установленные санитарными правилами и гигиеническими нормативами.

Гигиенические требования к качеству почв устанавливаются с учетом их специфики, почвенно-климатических особенностей населенных мест, фонового содержания химических соединений и элементов.

Требования к почвам населенных мест определяются в зависимости от приоритетности компонентов загрязнения в соответствии со списком ПДК (ОДК) химических веществ в почве и их класса опасности согласно государственному стандарту (табл. 1).

Таблица 1 - Классы опасности химических загрязняющих веществ

Классы опасности	Химическое загрязняющее вещество
	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, 3,4-бенз(а)пирен
	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

В почвах на территориях жилой застройки не допускается:

- по санитарно-токсикологическим показателям - превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических загрязнений;
- по санитарно-бактериологическим показателям - наличие возбудителей каких-либо кишечных инфекций, патогенных бактерий, энтеровирусов. Индекс санитарно-показательных организмов должен быть не выше 10 клеток/г почвы;
- по санитарно-паразитологическим показателям - наличие возбудителей кишечных паразитарных заболеваний (геогельминтозы, лямблиоз, амебиаз и др.), яиц геогельминтов, цист (ооцисты), кишечных, патогенных, простейших;
- по санитарно-энтомологическим показателям - наличие преимагинальных форм синантропных мух;
- по санитарно-химическим показателям - санитарное число должно быть не ниже 0,98 (относительные единицы).

Почвы, отвечающие предъявленным требованиям, следует относить к категории "чистая". По степени опасности в санитарно-эпидемиологическом отношении почвы населенных мест могут быть разделены на следующие категории по уровню загрязнения: чистая, допустимая, умеренно опасная, опасная и чрезвычайно опасная.

Выбор площадки для строительства объектов проводится с учетом:

- физико-химических свойств почв, их механического состава, содержания органического вещества, кислотности и т.д.;
- природно-климатических характеристик (роза ветров, количество осадков, температурный режим района);
- ландшафтной, геологической и гидрологической характеристики почв;
- их хозяйственного использования.

При санитарно-эпидемиологической оценке состояния почвы выявляются потенциальные источники их загрязнения, устанавливаются границы территории обследования по площади и глубине, определяются схемы отбора проб почв. Рекомендации об использовании почв обуславливаются степенью их химического, бактериологического, паразитологического и энтомологического загрязнения в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 (таблица 2).

Таблица 2-Рекомендации по использованию почв в зависимости от степени их загрязнения

Категории загрязнения почв	Рекомендации по использованию почв
Чистая	Использование без ограничений
Допустимая	Использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска
Умеренно опасная	Использование в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок, на участках озеленения с подсыпкой слоя чистого грунта не менее 0,2 м
Опасная	Ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м. При наличии эпидемиологической опасности - использование после проведения дезинфекции (дезинвазии) по предписанию органов госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем
Чрезвычайно опасная	Вывоз и утилизация на специализированных полигонах. При наличии эпидемиологической опасности - использование после проведения дезинфекции (дезинвазии) по предписанию органов госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем

Мероприятия по рекультивации территории, загрязненной возбудителями особо опасных инфекций, разрабатываются в каждом конкретном случае в соответствии с нормативными документами по согласованию с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор. Контроль качества почв проводится на всех стадиях проектирования и строительства. Полнота и объем исследований зависят от стадии проектирования и строительства.

На стадии разработки предпроектной документации и выбора земельного участка допускается исследование почв с использованием сокращенного перечня показателей.

На стадии выбора земельного участка и выполнения проектных работ, а также строительства и приемки объекта в эксплуатацию контроль осуществляется с использованием стандартного перечня показателей.

Стандартный перечень химических показателей включает определение содержания:

- тяжелых металлов: свинец, кадмий, цинк, медь, никель, мышьяк, ртуть;
- 3,4-бензапирена и нефтепродуктов;
- рН – кислотность среды, $\text{pH} > 7$ – среда щелочная, $\text{pH} < 7$ – среда кислая, $\text{pH} = 7$ среда нейтральная.
- суммарный показатель загрязнения.

После ввода объекта в эксплуатацию заказчик обязан обеспечить проведение лабораторных исследований качества почвы объектов повышенного риска, что должно быть отражено в санитарно-эпидемиологическом заключении.

Мониторинг состояния почвы осуществляется в жилых зонах, включая территории повышенного риска, в зоне влияния автотранспорта, захороненных промышленных отходов (почва территорий, прилегающих к полигонам), в местах временного складирования промышленных и бытовых отходов, на территории сельскохозяйственных угодий, санитарно-защитных зон. Объем исследований и перечень изучаемых показателей при мониторинге определяются в каждом конкретном случае с учетом целей и задач по согласованию с органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Мониторинг проводится с учетом результатов исследований на всех предыдущих стадиях проектирования, строительства, а также по окончании строительства объекта, при вводе его в эксплуатацию и на протяжении всего его эксплуатационного периода.

Отбор проб почвы регламентируется государственными стандартами по общим требованиям к отбору проб, методам отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа и методическими указаниями по гигиенической оценке качества почвы населенных мест.

Все исследования по оценке качества почвы должны проводиться в аккредитованных лабораториях.

Определение содержания химических загрязняющих веществ в почвах проводится методами, использованными при обосновании ПДК (ОДК), или другими методами, метрологически аттестованными, включенными в государственный реестр методик.

Определение паразитологических показателей в почве проводится в соответствии с действующими методическими указаниями по методам санитарно-паразитологических исследований.

Геохимический фон – среднее содержание химического элемента в почвах по данным изучения статистических параметров его распределения. Геохимический фон является региональной или местной характеристикой почв и пород.

Геохимическая аномалия – участок территории, в пределах которого статистические параметры распределения химического элемента достоверно отличаются от фона.

Зона загрязнения – геохимическая аномалия, в пределах которой содержание загрязняющих веществ достигает концентраций, оказывающих неблагоприятное влияние на здоровье человека.

Уровень загрязнения характеризуется величиной коэффициента концентрации K_{ci} :

где

C_i – концентрация загрязняющего вещества в почве,

C_{fi} – его фоновая концентрация, мг/кг почвы.

Загрязнение обычно бывает полиэлементным, и для его оценки рассчитывают **суммарный показатель загрязнения**, представляющий собой аддитивную сумму превышений коэффициентов концентраций над фоновым уровнем:

где

K_{ci} – коэффициент концентрации элемента,

n – число элементов с $K_{ci} > 1$.

Величину суммарного показателя загрязнения почв используют для оценки уровня опасности загрязнения территории города.

Таблица 3. Значения суммарного показателя загрязнения

Суммарный показатель загрязнения, Z_c	Уровень опасности для здоровья населения
до 16	допустимый
от 32 до 128	опасный
более 128	чрезвычайно опасный

Таблица 4. Химические показатели (указана концентрация загрязнителей, мг/кг)

Вари ант	Район 1	Район 2										
1	HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃	HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃
2	0,69	0,21	32,4	0,01	0,002	0,7	0,59	25,6	10,8	1,5	21,2	25,2
3	0,64	1,3	25,5	1,2	63,3	10,0	0,67	2,6	112,3	64,2	96,0	17,5
4	0,59	1,4	45,6	65,2	2,5	12,5	0,65	516,3	65,2	18,9	15,2	15,6
5	0,67	520,6	10,8	1,5	21,2	25,2	0,54	52,3	25,6	54,5	65,5	17,4
6	0,65	25,6	112,3	64,2	96,0	17,5	0,75	518,5	69,5	12,3	56,3	52,5
7	0,54	2,6	65,2	18,9	15,2	15,6	0,63	365,2	18,8	1,5	0,001	12,5
8	0,75	516,3	25,6	54,5	65,5	17,4	0,59	89,6	65,2	10,5	25,6	25,2
9	0,63	52,3	69,5	12,3	56,3	52,5	0,64	56,2	16,5	12,1	25,6	17,5
10	0,59	518,5	18,8	1,5	0,001	12,5	0,62	0,21	45,2	33,2	56,2	16,2
11	0,64	365,2	65,2	10,5	25,6	25,2	0,57	1,2	7,3	0,005	17,6	12,3
12	0,62	89,6	16,5	12,1	25,6	17,5		2,8	13,6	3,6	22,6	15,2
13	0,57	56,2	45,2	33,2	56,2	16,2	0,64	650,0	42,8	36,2	1,9	2,6
14		0,21	7,3	0,005	17,6	12,3	0,59	30,9	12,6	2,3	42,0	10,5
15	0,64	1,2	13,6	3,6	22,6	15,2	0,65	13,8	108,2	35,6	15,2	12,2
16	0,59	2,8	42,8	36,2	1,9	2,6	0,48	319,6	35,9	28,5	15,6	10,5
17	0,65	650,0	12,6	2,3	42,0	10,5	0,67	69,0	30,2	62,5	3,2	0,5
18	0,48	30,9	108,2	35,6	15,2	12,2	0,56	540,2	58,5	12,0	63,3	17,5

19	0,62	13,8	35,9	28,5	15,6	10,5	0,57	30,9	10,6	2,3	2,5	15,6
20	0,71	319,6	30,2	62,5	3,2	0,5	0,63	13,8	35,8	12,5	21,2	17,4
21	0,67	69,0	58,5	12,0	63,3	17,5	0,84	319,6	32,4	0,01	0,002	0,7
22	0,61	540,2	10,6	2,3	2,5	15,6	0,71	69,0	25,5	1,2	63,3	10,0
23	0,58	590,5	35,8	12,5	21,2	17,4	0,49	540,2	45,6	65,2	2,5	12,5
24	0,46	98,5	22,5	10,4	96,0	52,5	0,62	590,5	7,3	33,2	65,5	25,2
25	0,67	182,5	56,5	39,1	15,2	12,5	0,56	98,5	13,6	0,005	56,3	17,5
26	0,56	365,2	7,3	33,2	65,5	25,2	0,75	182,5	42,8	3,6	0,001	16,2
27	0,57	89,6	13,6	0,005	56,3	17,5	0,63	365,2	12,6	36,2	25,6	19,9
28	0,63	56,2	42,8	3,6	0,001	16,2	0,48	89,6	35,8	2,3	42,0	12,6
29	0,84	0,21	12,6	36,2	25,6	19,9	0,56	56,2	22,5	12,5	15,2	32,6
30	0,71	1,2	108,2	2,3	25,6	65,6	0,75	0,21	56,5	10,4	15,6	12,7
31	0,49	2,8	35,9	35,6	56,2	15,3	0,65	1,2	112,3	39,1	56,2	12,5
32	0,62	650,0	30,2	28,5	17,6	19,8	0,84	2,8	65,2	65,2	17,6	25,2
33	0,56	30,9	58,5	62,5	22,6	3,0	0,65	650,0	25,6	1,5	22,6	17,5
34	0,75	13,8	10,6	12,0	1,9	16,6	0,47	30,9	69,5	64,2	1,9	16,2
35	0,63	319,6	35,8	2,3	42,0	12,6	0,35	13,8	18,8	18,9	42,0	17,2
36	0,48	69,0	22,5	12,5	15,2	32,6	0,51	319,6	65,2	54,5	15,2	40,2
37	0,56	540,2	56,5	10,4	15,6	12,7	0,64	69,0	16,5	12,3	15,6	19,9
38	0,52	590,5	112,3	39,1	56,2	12,5	0,72	89,6	45,2	1,5	3,2	65,6
39	0,75	98,5	65,2	65,2	17,6	25,2	0,52	365,2	7,3	10,5	69,1	15,3
40	0,65	182,5	25,6	1,5	22,6	17,5	0,51	518,5	13,6	12,1	39,0	19,8
41	0,84	0,21	69,5	64,2	1,9	16,2	0,65	98,5	42,8	33,2	46,5	3,0
42	0,65	1,3	18,8	18,9	42,0	17,2	0,45	182,5	12,6	0,005	24,2	16,6
43	0,47	1,4	65,2	54,5	15,2	40,2	0,48	0,21	108,2	3,6	18,6	12,6
44	0,35	520,6	16,5	12,3	15,6	19,9	0,56	1,3	25,6	11,6	12,5	32,6
45	0,51	25,6	45,2	1,5	3,2	65,6	0,52	1,4	112,3	64,2	96,0	17,5
46	0,64	2,6	7,3	10,5	69,1	15,3	0,75	520,6	65,2	18,9	15,2	15,6
47	0,72	516,3	13,6	12,1	39,0	19,8	0,65	25,6	25,6	54,5	65,5	17,4
48	0,52	52,3	42,8	33,2	46,5	3,0	0,84	516,3	69,5	12,3	56,3	52,5
49	0,51	518,5	12,6	0,005	24,2	16,6	0,65	52,3	18,8	1,5	0,001	12,5
50	0,65	365,2	108,2	3,6	18,6	12,6	0,72	518,5	65,2	10,5	25,6	25,2
51	0,45	89,6	25,6	11,6	12,5	32,6	0,52	0,21	16,5	12,1	25,6	17,5

Таблица 5. Фоновые концентрации загрязняющих веществ для расчёта суммарного показателя загрязнения, мг/кг

Вещество	Фоновая концентрация ($C_{\Phi i}$ – мг/кг)
Гидрокарбонаты (HCO_3)	
Хлориды (Cl)	19,9

Аммоний (NH ₃)	
Сульфаты (SO ₄)	
Гидросульфиды (HS)	
Цинк (Zn)	

Алгоритм выполнения практического задания:

1. По варианту задания из таблицы 4 произвести расчет K_{ci} по каждому веществу для двух районов:

HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃
----	------------------	----	-----------------	----	-----------------

Фоновые концентрации веществ взять в таблице 5.

2. По полученным расчетным данным сделать вывод о состоянии почвенного покрова каждого района по критерию – какой из загрязнителей вносит наибольший вклад в загрязнение почвы.

3. Рассчитать суммарный показатель загрязнения для каждого района Z_c.

4. По полученным расчетным данным сравнить уровень загрязнения каждого района и сделать вывод о состоянии почвенного покрова двух районов по критерию наибольшего загрязнения.

Форма отчета:

Вариант	Район 1	Район 2										
	HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃	HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃
№												
K _{ci}												
Z _c												
Вывод по критерию – какой из загрязнителей вносит наибольший вклад в загрязнение почвы.												
Вывод о состоянии почвенного покрова двух районов по критерию наибольшего загрязнения.												

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие показатели используются для оценки химического загрязнения почвенного покрова?
2. Как оценивается уровень опасности загрязнения территории города?
3. В чём суть показателя относительного накопления химических элементов и для чего он был введен?

3.6 Практическое занятие №ПЗ-8 (2 часа).

Тема: «Прикладная экология»

3.6.1 Задание для работы:

1. Прикладная экология и ее основные направления
2. Экологические проблемы: региональные и глобальные.
3. Причины возникновения глобальных экологических проблем.

3.6.2 Краткое описание проводимого занятия:

В последующих вопросах внимание следует уделить основным направлениям прикладной экологии.

Во втором и третьем вопросах важно отметить особенности экологических проблем.

3.7 Практическое занятие №ПЗ-9 (2 часа).

Тема: «Определение снижения уровня звука экранирующими сооружениями»

3.7.1 Задание для работы:

1. Правила комбинаторики.
2. Комбинаторные формулы.

3.7.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Общие сведения об экранирующих сооружениях

Для снижения воздействия воздушного шума от стационарных или передвижных установок используют звукоизолирующие конструкции. Акустический эффект этих конструкций в основном обусловлен отражением звука от их поверхностей, изготовленных из плотных твердых материалов (бетон, кирпич, сталь и т.п.). К звукоизолирующим конструкциям относятся акустические экраны. Их устанавливают либо вдоль транспортных трасс, либо на территории предприятия для снижения шума, создаваемого открыто установленными источниками в окружающей среде. Применение экранов оправдано только в том случае, если шум экранируемого источника не менее чем на 10 дБ выше уровней, создаваемых другими источниками в застройке.

Акустическая эффективность экрана $?L_{ЭКР}$ - это снижение уровней звукового давления в РТ (расчетной точке), расположенной за экраном, которое зависит прежде всего от размеров и формы экрана, расстояния от источника шума и РТ экрана, частоты звука и т.д. Экраны могут быть плоской или П-образной формы, гладкими (из металла, пластмассы и т.п.) или (чаще всего) со звукопоглощающей облицовкой толщиной не менее 50 мм со стороны источника шума. Экраны могут быть стационарными и передвижными, высота экрана должна в три и более раз превышать соответствующие размеры источника для того, чтобы зона акустической тени, а следовательно, и $?L_{ЭКР}$ были как можно больше. На рис. 1 представлена схема распространения звука при использовании различных типов экранов.

2. Расчет эффективности экранирующих сооружений

Для определения относительного снижения уровня звука экранирующими сооружениями необходимо:

- вычертить в произвольном масштабе схему расположения источника шума, экрана и расчетной точки в соответствии со схемами рис. 2



Рис. 1. Схема распространения звука при экранировании шума:

а) - зданиями; б) - выемками; в) - насыпями, ИШ- источник шума; РТ- расчетная точка; 1 - грани звуковой тени; 2 - здание; 3 - насыпь.

Транспортные средства рекомендуется изображать точкой, взятой по оси, наиболее удаленной от точки расчета, полосы или колеи движения на высоте 1 м от поверхности проезжей части улицы или уровня головки рельса.

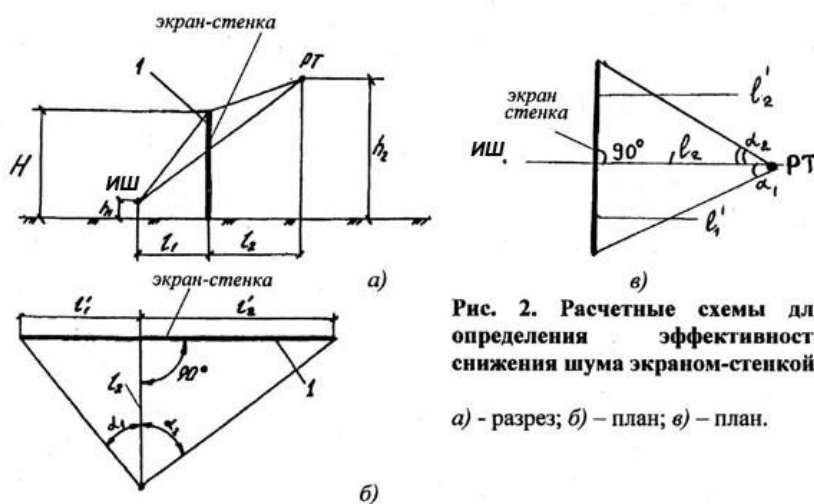


Рис. 2. Расчетные схемы для определения эффективности снижения шума экраном-стенкой:

а) - разрез; б) - план; в) - план.

В случае, когда источником шума является трансформатор, вентиляционная установка или другие промышленные источники, на схеме следует показать геометрический центр снижения шума. Спортивные площадки и другие объекты, на которых шум создается непосредственно человеком, источник изображается точкой, взятой в центре зоны перемещения людей на высоте 1,5 м от поверхности земли. Расчетные точки намечаются на уровне середины окон защищаемого от шума здания, на расстоянии 2 м от его фасада или на уровне 1,5 м от поверхности земли.



Рис. 3. Расчетные схемы для определения разности хода звуковых лучей δ при экранировании источников шума:

а) зданиями;
б) выемками;
в) насыпями.

При экранировании источников шума зданиями, насыпями или выемками значение разности длин путей прохождения звуковых лучей определяется по расчетным схемам (рис. 3) в следующей последовательности:

- соединить вершины экранов с источником шума и расчетной точкой (РТ) соответственно прямыми линиями (a и b);
- определить графически длину прямых линий a , b , c .

Для получения более точных результатов рекомендуется пользоваться следующими формулами:

$$a = \sqrt{l_1^2 + (H - h_1)^2}$$

$$b = \sqrt{l_2^2 + (H - h_2)^2}$$

$$c = \sqrt{l_1^2 + (h_2 - H)^2}$$

$$c = \sqrt{(l_1 + l_2)^2 + (h_2 - h_1)^2}$$

где l_1 , l_2 , $l_1 + l_2$ – проекции расстояний a , b , c (м).

h_1 , h_2 , H – соответственно высота источника шума, расчетной точки и экрана, м.

-определить разность длин путей прохождения звуковых лучей δ (м) по формуле:

$$\delta = (a + b) - c$$

В зависимости от величины δ и вида источника шума по рис. 4 необходимо определить величину относительного снижения уровня звука экраном бесконечной длины $A_{2Б}$. Для экрана конечной длины при линейном источнике шума расчет рекомендуется продолжить в следующем порядке:

- вычертить в произвольном масштабе схему расположения экрана и расчетной точки РТ в плане в соответствии со схемой (рис. 2, б);
- соединить прямыми линиями расчетную точку РТ с краями экрана, опустить перпендикуляр из расчетной точки на экран и определить углы α_1 и α_2 между перпендикуляром и прямыми линиями, соединяющими расчетную точку с краями экрана.
- в зависимости от величины $A_{2Б}$ и углов α_1 и α_2 определить величины снижения уровня звука экраном по табл. 1.

Таблица 1

Величины снижения уровня звука экраном

A_{2E} , дБА	$\Delta L_{\text{экр}} \cdot \alpha_1$ и $\Delta L_{\text{экр}} \cdot \alpha_2$ в зависимости от углов α , град								
	45	50	55	60	65	70	75	80	85
6	1,2	1,7	2,3	3	3,8	4,5	5,1	5,7	6
8	1,7	2,3	3	4	4,8	5,6	6,5	7,4	8
10	2,2	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	9	10
12	2,4	3,1	4	5,1	6,2	7,5	8,8	10,2	11,7
14	2,6	3,4	4,3	5,4	6,7	8,1	9,7	11,5	13,3
16	2,8	3,6	4,5	5,7	7	8,6	10,4	12,4	15
18	2,9	3,7	4,7	5,9	7,3	9	10,8	13	16,8
20	3,2	3,9	4,9	6,1	7,6	9,4	11,3	13,7	19,7
22	3,3	4,1	5,1	6,3	7,9	9,8	11,9	14,5	20,7
24	3,5	4,3	5,8	6,5	8,1	10,2	12,6	15,4	22,6

Далее следует определить разность между $?L_{\text{ЭКР}} \cdot \alpha_1$ и $?L_{\text{ЭКР}} \cdot \alpha_2$. В зависимости от этой разности необходимо определить по табл. 2 поправку W .

Таблица 2

Величина поправки

Разность между $\Delta L_{\text{экр}} \cdot \alpha_1$ и $\Delta L_{\text{экр}} \cdot \alpha_2$, дБА	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Поправка W , дБА	0	0,8	1,5	2	2,4	2,6	2,8	2,9	3

Искомую величину относительного снижения уровня звука экраном конечной длины в случае линейного источника шума рекомендуется определять по формуле:

$$A_{2E} = \Delta L_{\text{ЭЭД}} \cdot \alpha + W$$

где $?L_{\text{ЭКР}} \cdot \alpha$ - наименьшая из величин $?L_{\text{ЭКР}} \cdot \alpha_1$ и $?L_{\text{ЭКР}} \cdot \alpha_2$

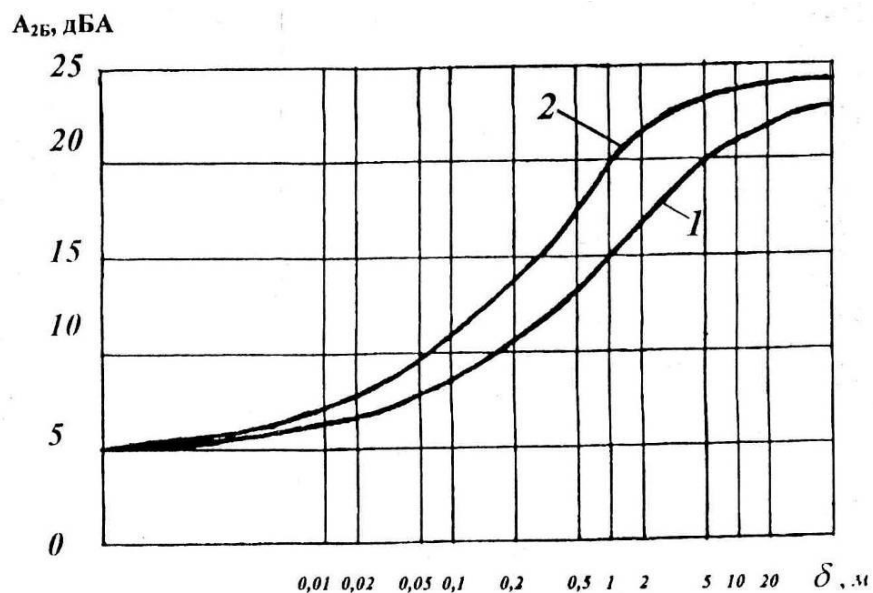


Рис. 4. Графики для определения снижения уровней звука экранами A_{2B} .
 δ в зависимости от разности длин путей звукового луча δ , м:
 1 – автотранспорт потоки, ж. д. поезда; 2 – точечные источники шума:
 трансформаторы, компрессоры, площадки для спортивных игр.

Вариант №12

	Стена	Выемка	Насыпь
l_1	21	16	23
l_2	18	22	31
H	21	9	14
h_1	1.1	1	1.1
h_2	2.4	12	3.5
L	58	130	100
l'_1	22	60	40
l'_2	36	70	60

В Общем виде решение для всех задач будет иметь следующий вид.



$$\alpha_1 = \arctg\left(\frac{l_2'}{l_2}\right) \quad \alpha_2 = \arctg\left(\frac{l_1'}{l_1}\right).$$

где углы 1 и 2 вычисляются по формулам 1.

Экранирование стеной.

$$a = \sqrt{l_1^2 + (H - h_1)^2} \Rightarrow \sqrt{441 + 396.01} = 28.93$$

$$b = \sqrt{l_2^2 + (H - h_2)^2} \Rightarrow \sqrt{324 + 345.96} = 25.88$$

$$c = \sqrt{(l_1 + l_2)^2 + (h_2 - h_1)^2} \Rightarrow \sqrt{1521 + 1.69} = 39.02$$

$$\delta = (a + b) - c \Rightarrow 15.79$$

$$\alpha_1 = 50^\circ; \quad \alpha_2 = 63^\circ$$

Для точечных источников шума $A_{2Б}$ равно $\Delta L \cdot \alpha_1 = 4,3$ дБА и $\Delta L \cdot \alpha_2 = 8,1$ дБА, а величина поправки $W = 1,3$ дБА. Следовательно $A_{2П}$ будет соответствовать значению 5,6 дБА.

Для автотранспорта - $\Delta L \cdot \alpha_1 = 4,1$ дБА, $\Delta L \cdot \alpha_2 = 7,9$ дБА, $W = 1,3$ дБА. $A_{2П} = 5,4$ дБА

2.

Экранирование выемкой.

$$a = \sqrt{l_1^2 + (H - h_1)^2} \Rightarrow \sqrt{256 + 64} = 17.88$$

$$b = \sqrt{l_2^2 + (H - h_2)^2} \Rightarrow \sqrt{484 + 9} = 22.2$$

$$c = \sqrt{(l_1 + l_2)^2 + (h_2 - h_1)^2} \Rightarrow \sqrt{1444 + 121} = 39.56$$

$$\delta = (a + b) - c \Rightarrow$$

$$0,52$$

$$\alpha_1 = 80^\circ;$$

$$\alpha_2 = 78^\circ$$

Для точечных источников шума $A_{2Б}$ равно $\Delta L \cdot \alpha_1 = 10$ дБА и $\Delta L \cdot \alpha_2 = 11$ дБА, а величина поправки $W = 0,7$ дБА. Следовательно $A_{2П}$ будет соответствовать значению 10,7 дБА.

Для автотранспорта - $\Delta L \cdot \alpha_1 = 11$ дБА, $\Delta L \cdot \alpha_2 = 13$ дБА, $W = 0,8$ дБА. $A_{2П} = 11,8$ дБА

3. Экранирование насыпью.

$$a = \sqrt{l_1^2 + (H - h_1)^2} \Rightarrow \sqrt{529 + 166.41} = 26.37$$

$$b = \sqrt{l_2^2 + (H - h_2)^2} \Rightarrow \sqrt{961 + 110.25} = 32.73$$

$$c = \sqrt{(l_1 + l_2)^2 + (h_2 - h_1)^2} \Rightarrow \sqrt{3136 + 5.76} = 56.05$$

$$\delta = (a + b) - c \Rightarrow 3.05$$

$$\alpha_1 = 86^\circ; \quad \alpha_2 = 84^\circ$$

Для точечных источников шума $A_{2Б}$ равно $\Delta L \cdot \alpha_1 = 13$ дБА и $\Delta L \cdot \alpha_2 = 14$ дБА, а величина поправки $W = 0,7$ дБА. Следовательно $A_{2П}$ будет соответствовать значению 13,7 дБА.

Для автотранспорта - $\Delta L \cdot \alpha_1 = 20$ дБА, $\Delta L \cdot \alpha_2 = 22$ дБА, $W = 0,8$ дБА. $A_{2П} = 20,8$ дБА

Вывод: в ходе выполнения работы я научился определять акустическую эффективность экранирующих сооружений, в частности – экранирующей стены, выемки и насыпи.

Для большей эффективности эти сооружения рекомендуется создавать как можно больших размеров для сокращения длин звуковых лучей, как показали расчеты данной работы – именно крупные сооружения дают большую эффективность. Эти сооружения рекомендуется использовать для понижения шума от строительства вблизи жилых кварталов, а так же на производстве для понижения шумового эффекта создаваемого техникой.

3.8 Практическое занятие № ПЗ-10-11 (4 часа).

Тема: «Среда обитания человека»

3.8.1 Задание для работы:

1. Среда обитания.
2. Классификация условий для человека в системе "человек — среда обитания.

3.8.2 Краткое описание проводимого занятия:

Среда обитания, окружающая современного человека, включает в себя природную среду, искусственную среду, созданную человеком и социальную среду.

Среда обитания — это окружающая человека среда, осуществляющая через совокупность факторов (физических, биологических, химических и социальных) прямое или косвенное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье, трудоспособность и потомство.

В жизненном цикле человек и окружающая среда обитания непрерывной взаимодействуют и образуют постоянно действующую систему “человек — среда обитания”, в которой человек реализует свои физиологические и социальные потребности. Действуя в этой системе, человек непрерывно решает, как минимум, две основные задачи:

- обеспечивает свои потребности в пище, воде и воздухе;
- создает и использует защиту от негативных воздействий, как со стороны обитания, так и себе подобных.

Среда обитания – это часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует. Составные части и свойства среды многообразны и изменчивы. Любое живое существо живет в сложном и меняющемся мире, постоянно приспосабливаясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями.

В составе окружающей среды выделяют:

Природная среда (Биосфера) — область распространения жизни на Земле, не испытывавшая техногенного воздействия (атмосфера, гидросфера, верхняя часть литосферы). Она обладает как защитными свойствами (защита человека от негативных факторов — разность температуры, осадки), так и рядом негативных факторов. Поэтому для защиты от них человек вынужден был создать техносферу.

Техногенная среда (Техносфера) — среда обитания, созданная с помощью воздействия людей и технических средств на природную среду с целью наилучшего соответствия среды социальным и экономическим потребностям.

Классификация условий для человека в системе "человек — среда обитания":

Комфортные (оптимальные) условия деятельности и отдыха. К данным условиям человек приспособлен в большей степени. Проявляется наивысшая работоспособность, гарантируются сохранение здоровья и целостность компонентов среды обитания.

Допустимые. Характеризуются отклонением уровней потоков веществ, энергии и информации от номинальных значений в допустимых пределах. Данные условиях труда не оказывают негативное воздействие на здоровье, но приводят к дискомфорту и снижению работоспособности и продуктивности деятельности. Не вызываются необратимые процессы у человека и среды обитания. Допустимые нормы воздействия закрепляются в санитарных нормах.

Опасные. Потоки веществ, энергии и информации превышают допустимые уровни воздействия. Оказывают негативное воздействие на здоровье человека. При длительном воздействии вызывают заболевания и приводят к деградации природной среды.

Чрезвычайно опасные. Потоки за короткий срок могут нанести травму или привести к смерти, вызывая необратимые разрушения в природной среде.

Взаимодействие человека со средой обитания может быть **позитивным** (при комфортном и допустимом состоянии) и **негативным** (при опасном и чрезвычайно опасном). Многие факторы, постоянно оказывающие воздействие на человека, являются неблагоприятными для его здоровья и активной деятельности.

Безопасность можно обеспечить двумя путями:

устранением источников опасности;

повышением защищенности от опасностей, способности надежно противостоять им.

Среда обитания человека подразделяется на **производственную** и **непроизводственную** (бытовую).

Основным элементом производственной среды является труд, который в свою очередь состоит из взаимосвязанных и взаимосвязывающих элементов, составляющих структуру труда.

Элементы непроизводственной среды: природная среда в виде географо-ландшафтных, геофизических, климатических элементов, стихийных бедствий, в том числе пожаров от молний и др. природных источников, природных процессов в виде газовыделений из горных пород и т.п. может проявляться как в непроизводственной форме (сфере), так и

производственной, особенно в таких отраслях народного хозяйства как строительство, горной промышленности, геологии, геодезии и других.

Человек находится в теснейшей связи со всеми элементами среды обитания в процессе своей деятельности.

Негативные воздействия, присущие среде обитания, существуют столько, сколько существует Мир. Источниками естественных негативных воздействий являются стихийные явления в биосфере: изменения климата, грозы, землетрясения и тому подобное.

Постоянная борьба за свое существование вынуждала человека находить и совершенствовать средства защиты от естественных негативных воздействий среды обитания. К сожалению, появление жилища, огня и других средств защиты, совершенствование способов получения пищи – все это не только защищало человека от естественных негативных воздействий, но и влияло на среду обитания.

На протяжении многих веков среда обитания человека медленно изменяла свой облик и, как следствие, мало менялись виды и уровни негативных воздействий. Так, продолжалось до середины XIX века – начала активного роста воздействия человека на среду обитания. В XX веке на Земле возникли зоны повышенного загрязнения биосферы, что привело к частичной, а в ряду случаев и к полной региональной деградации. Этим изменениям во многом способствовали:

- высокие темпы роста численности населения на Земле (демографический взрыв) и его урбанизация;
- рост потребления и концентрации энергетических ресурсов;
- интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства;
- массовое использование средств транспорта;
- рост затрат на военные цели и ряд других процессов.

Человек и окружающая его среда (природная, производственная, городская, бытовая и другие) в процессе жизнедеятельности постоянно взаимодействуют друг с другом. При этом жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии и информации. Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в условиях, когда потоки энергии, вещества и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека или природную среду. В естественных условиях такие воздействия наблюдаются при изменении климата и стихийных явлениях.

3.9 Практическое занятие №ПЗ-12 (2 часа).

Тема: «Шум и его воздействие на организм человека»

3.9.1 Задание для работы:

1. Шум и его отрицательное влияние на организм человека

.

2. Способы защиты от шума и борьбы с ним

.

3.9.2 Краткое описание проводимого занятия:

Шумом называют сочетание звуков различной частоты и интенсивности, беспорядочно изменяющихся во времени, мешающих восприятию полезных звуков, нарушающих тишину и оказывающих вредное действие на человека. Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на все органы и системы организма человека.

Интенсивный шум при ежедневном воздействии приводит к возникновению профессионального заболевания – тугоухости, основным симптомом которого является постепенная потеря слуха на оба уха.

Кроме непосредственного воздействия на орган слуха шум влияет на различные отделы головного мозга, изменяя нормальные процессы высшей нервной деятельности, что вызывает жалобы на повышенную утомляемость, общую слабость, раздражительность, апатию, ослабление памяти, бессонницу и т.п.

Шум понижает производительность труда, увеличивает брак в работе, может явиться косвенной причиной производственной травмы.

При очень большом звуковом давлении может произойти разрыв барабанной перепонки. Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» и ГОСТ 12.1.003. «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» производственные шумы подразделяют по:

- спектру шума: широкополосные и тональные;
- временным характеристикам: постоянные и непостоянные.

В свою очередь, непостоянные шумы бывают:

- колеблющиеся во времени (воющие);
- прерывистые;
- импульсные (следующие друг за другом с интервалом более 1 сек).

Для ориентировочной оценки шума принимают уровень звука, определяемый по так называемой шкале А шумомера в децибелах – дБА.

Указанные документы устанавливают допустимые уровни шума в рабочих помещениях различного назначения. При этом зоны с уровнем звука выше 80 дБА необходимо обозначать специальными знаками, работающих в этих зонах снабжать средствами индивидуальной защиты.

При этом запрещается даже кратковременное пребывание людей в зонах с уровнем звукового давления свыше 135 дБА.

Защита работающих от шума может осуществляться как коллективными средствами и методами, так и индивидуальными средствами.

В первую очередь, необходимо использовать средства, снижающие шум в источнике его образования, и средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта.

Если нельзя обеспечить снижение шума до допустимых уровней, применяются средства индивидуальной защиты (наушники, противошумные вкладыши, противошумные костюмы, шлемы и т. п.).

Вибрация и ее вредное влияние на здоровье человека. Способы обеспечения вибробезопасности и борьбы с вибрацией

Механические колебания в области инфразвуковых (дозвуковых) и частично звуковых частот носят название вибрации. Считается, что диапазон колебаний, воспринимаемых человеком как вибрация при непосредственном контакте с колеблющейся поверхностью, лежит в пределах 12 – 8000 Гц. Колебания с частотой до 12 Гц воспринимаются всем телом как отдельные толчки.

По характеру распространения в организме человека вибрацию разделяют на общую и локальную (местную). При общей вибрации колебательное движение передается на весь организм, а при местной – только на отдельные его участки. Однако такое разделение вибрации является условным, т. к. и локальная вибрация в конечном итоге влияет на весь организм.

Вибрация распространяется по всему телу в связи с тем, что ткани тела человека, и особенно костная ткань, обладают хорошей проводимостью механических колебаний. Весьма опасными являются колебания рабочих мест, имеющие частоту, резонансную с колебаниями отдельных органов или частей тела человека. Для большинства внутренних органов собственные частоты колебаний лежат в области 6 – 9 Гц. Для стоящего на

вибрирующей поверхности человека имеется 2 резонансных пика на частотах 5 – 12 Гц и 17 – 25 Гц, для сидящего – на частотах 4 – 6 Гц.

Вибрация оказывает опасное действие на отдельные органы и организм человека в целом, вызывая: вибрационную болезнь, относящуюся к профессиональным заболеваниям. Вибрационная болезнь характеризуется сосудистыми и нервными расстройствами верхних конечностей. Для этого заболевания характерны боль в руках, внезапно возникающее побеление пальцев и их онемение, изменения в мышцах, сухожилиях, костях.

Вибрационная болезнь сопровождается также общими болезненными явлениями: головными болями, головокружением, повышенной утомляемостью, нарушением обмена веществ и др.

Действие вибрации усугубляют другие неблагоприятные факторы: охлаждение, большие статические мышечные усилия, производственный шум и др.

Вибробезопасные условия труда обеспечиваются:

- применением вибробезопасных машин;
- применением средств виброзащиты, снижающих воздействие на работающих вибрации на путях ее распространения;
- проектированием технологических процессов и производственных помещений, которые обеспечивают неперевышение гигиенических норм вибрации на рабочих местах;
- организационно-техническими мероприятиями, направленными на улучшение эксплуатации машин, своевременным их ремонтом и контролем вибрационных параметров;
- разработкой рациональных режимов труда и отдыха;
- применением индивидуальных средств виброзащиты.

3.10 Практическое занятие №ПЗ-13-14 (4 часа).

Тема: «Исследование запыленности воздушной среды»

3.10.1 Задание для работы:

1. Сравнения.
2. Вычеты, модульная арифметика.
3. Приложения в криптографии: алгоритм RSA.

исследование запыленности воздушной среды на предприятиях

Цель работы:

1. Определение концентрации пыли в воздушной среде производственных помещений весовым методом.

2. Исследование дисперсного состава пыли, формы и количества пылинок счетным методом.

3. Ознакомление с предельно-допустимыми концентрациями различных видов пыли.

В промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве значительное число работ и операций сопровождается образованием и выделением пыли. Производственной пылью называют находящиеся во взвешенном состоянии и медленно оседающие в воздухе рабочей зоны частицы размерами от нескольких десятков до долей микрометра. Пыль принято также называть аэрозолем. Производственную пыль классифицируют по способу её образования, происхождению, по размерам частиц (см. табл.1).

Вредное влияние производственной пыли на здоровье работающих зависит от многих факторов. К ним в первую очередь относятся химические свойства пыли, электростатическая зарядность, растворимость пыли, форма пылевых частиц, дисперсность, содержание пыли в воздухе.

Химический состав пыли. Наибольшее значение имеет содержание в пыли-двуокиси кремния: чем больше ее процент, тем опаснее пыль для организма. Пыль, образующаяся в

производстве кварцевого стекла содержит до 99% свободной двуокиси кремния при формовке в литейных цехах 60-80%.

Электростатическая пылинность. Пылевые частицы несут как положительный, так и отрицательный заряд. Процент задержки в дыхательных путях электростатической пыли в 2-3 раза больше, чем нейтральной.

Растворимость пыли. Имеет положительное и отрицательное значение для организма. Если пыль не токсична (древесная, наждачная, органическая пластмассовая и др.), то хорошая растворимость такой пыли является благоприятным фактором для быстрого удаления ее из легких. В случае токсичной пыли (марганца, свинца, мышьяка и др.) хорошая растворимость является отрицательным фактором для здоровья человека.

Форма пылевых частиц. Влияет на устойчивость аэрозоля в воздухе и поведение в

по способу образования	по происхождению	по дисперсности
1. <i>Аэрозоль дезинтеграции.</i> Возникает при дроблении, размоле твердых веществ, транспортировке и упаковке сыпучих материалов, шлифовке, заточке, полировке и др.	1. <i>Органическая:</i> а) растительная; б) животная; в) микроорганизмы; г) искусственная (пластмассовая, пыль красителей и др.).	1. <i>Видимая.</i> Имеет размер 10 мкм и быстро выпадает из воздуха.
2. <i>Аэрозоль конденсации.</i> Возникает при испарении и последующей конденсации в воздухе паров металлов и неметаллов (электросварка, электроплавка и др.).	2. <i>Неорганическая:</i> а) минеральная (кремниевая, силикатная и т.п.); б) металлическая (пыль железа, цинка, свинца и др.).	2. <i>Микроскопическая.</i> Имеет размер от 10 до 0,25 мкм и медленно выпадает из воздуха.
Окончание табл. 1		
по способу образования	по происхождению	по дисперсности
	3. <i>Смешанная:</i> а) минерально-металлическая (например, смесь пыли железа и кремния); б) органическая и неорганическая (пыль злаков и почвы).	3. <i>Ультрамикроскопическая.</i> Имеет размер менее 0,25 мкм, длительно витает в воздухе

организме. Частицы сферической формы быстрее выпадают из воздуха, легче проникают в легочную ткань и вызывают заболевания. Пылинки с зазубренными краями (наждачная, металлическая, стеклянная пыль, пыль стекловолокна, шлаковаты и др.) травмируют верхние дыхательные пути.

Дисперсность пыли. Частицы размером свыше 10-20 мкм быстро выпадают из воздуха. Частицы микроскопического размера 0,25-10 мкм (см. табл.1) более устойчивы в воздухе. Ультрамикроскопические частицы величиной 0,25-0,1 мкм длительно витают в воздухе. Наиболее опасными по возникновению профессиональных заболеваний являются пылинки размером менее 5 мкм (и особенно 1-2 мкм). Менее опасной является ультрамикроскопическая и видимая пыль. Практически в производственных условиях частицы размером до 5 мкм составляют 70-90% всех пылевых частиц, 10 мкм и выше - 0,6-8% (см. табл.2).

Таблица 1

Классификация производственной пыли

Таблица 2

Степень дисперсности пылевых частиц при различных процессах обработки

Процесс	Вид пыли	Соотношение размеров пылевых частиц, %			
		до 2 мкм	2-5 мкм	5-10 мкм	>10 мкм
Обдирка металла	Металлическая и минеральная	57	31	9	2
Заточка металла	-//-	62-80	13-24	6-10	0,6-3,5
Обточка древесины	Древесная	48	20	24	8

Содержание пыли в воздухе не должно превышать установленную ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" предельно-допустимую концентрацию (ПДК). ПДК - это такая концентрация, которая при ежедневной работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболевания или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующие поколения. ПДК отдельных видов пыли в мг/м³ приведены на планшете к лабораторной работе. Пыль оказывает вредное действие, главным образом, на верхние дыхательные пути и легкие. При длительном воздействии пыли на человека возможны серьезные поражения всего организма, прежде всего профессиональный бронхит и пневмокониоз. При работе, связанной с вдыханием кварцсодержащей пыли, возможно заболевание наиболее тяжелым видом пневмокониоза - силикозом. Силикоз может развиваться у рабочих литейных цехов, пескоструйщиков, при ремонте стекловаренных печей, в производстве кварцевого стекла. Пневмокониозы возникают среди электросварщиков, заточников, шлифовальщиков, строительных рабочих (от воздействия пыли асбеста, цемента, сухой глины), в химической промышленности, в производстве строительных материалов и др. Запыленность воздуха можно определить весовым, счетным, электрическим, и фотоэлектрическим методами. В денной работе изучаются первые два метода. Весовой метод служит для определения массы пыли содержащейся в единице объема воздуха. Для этого взвешивается специальный фильтр до и после протягивания через него определенной объема запыленного воздуха, а затем подсчитывается масса пыли. Весовая концентрация пыли (мг/м³) находится по формуле

$$C = \frac{\Delta P \cdot 10^3}{V \cdot t}$$

где $\Delta P = P_2 - P_1$ - количество пыли, осевшей на фильтре;

P_1 и P_2 - масса фильтра до и после опыта, мг;

V - скорость прохождения воздуха через фильтр, л/мин;

t - продолжительность отбора пробы, мин.

Электрический метод определения концентрации пыли основан на электризации пылевых частиц в поле коронного разряда и последующем измерении их суммарного заряда.

Измеряемый суммарный заряд пропорционален содержанию пыли в воздухе.

Счетный метод основан на осаждении пыли из определенного объема воздуха с помощью прибора – кониметра и последующем определении под микроскопом формы, размера и количества пылинок в единице объема, обычно в 1 см³ воздуха.

Описание лабораторной установки

Для определения запыленности воздуха весовым методом применяется аспиратор, счетным методом - кониметр.

Установка для определения запыленности воздушной среды состоит из двух пылевых камер, макета цеха, аспиратора, пылесоса, кониметра, аналитических весов (см. рис.1). Исследование проводится в цехе, на рабочих местах, пробы воздуха отбираются на уровне дыхания работающих. Запыленность воздуха имитируется в двух камерах, для чего в нижнюю часть камеры подведена трубка с отверстиями, соединенная с пылесосом. Аспиратор состоит из воздуходувки, создающей отрицательное давление, электромотора и четырех реометров. Реометры представляют собой конические трубки, внутри которых находятся поплавки из легкого металла. При прохождении воздуха через них последний увлекает поплавок на определенную высоту, величина которой зависит от скорости движения воздуха. Скорость определяют по шкале, отградуированной в литрах в минуту. Два реометра градуированы от 0 до 20 л/мин и служат для отбора проб воздуха на запыленность, остальные два предназначены для отбора проб воздуха при проведении газовых анализов и градуированы от 0 до 1 л/мин. К аспиратору присоединен с помощью резиновых полых трубок аллонж-фильтродержатель, металлический конус в который вставляется фильтр. В данной работе используются аналитические аэрозольные фильтры (АФА). У таких фильтров (в сравнении с фильтрами из ваты и стекловолокна) есть ряд преимуществ: а) высокая эффективность пылеулавливания; б) возможность их взвешивания без высушивания; в) небольшой собственный вес.

Прибор для измерения концентрации пыли в воздухе ИКП-1 предназначен для измерения весовых концентраций пыли в диапазоне 0,1-500 мг/м³. Применение прибора упрощает и ускоряет процесс измерения запыленности воздушной среды по сравнению с весовым методом. Прибор содержит воздухозаборную и электронную части. При помощи микронагнетателя воздух, содержащий частицы аэрозоля, протягивается через зарядную камеру, а затем выбрасывается в атмосферу. Частицы аэрозоля, содержащиеся в воздухе, пролетая в электрическом поле коронного разряда, получают за время импульса короны отрицательный заряд, который пропорционален концентрации частиц аэрозоля в воздухе.

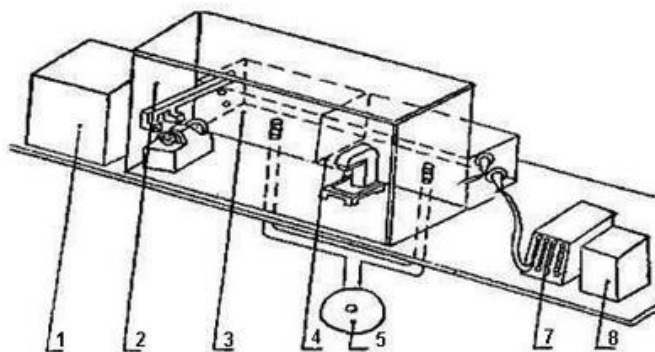


Рис.1. Схема установки для определения запыленности воздушной среды:

1 - аналитические весы; 2 - имитация обстановки цеха, участка; 3, 4 - пылевые камеры;
5 - пылесос; 7 - аспиратор; 8 – кониметр.

Кониметр (рис.2) состоит из трех основных частей: воздушного насоса (4), ручного микроскопа (3), вращающегося объекта-шайбы с тридцатью нумерованными полями (8). Прибор ставится на штатив (7) с зеркалом (5). Воздушный насос с поршнем (6) имеет цилиндр объемом 5 см^3 для засасывания измеряемого количества воздуха. Окуляр микроскопа (1) устанавливается на сетевой микрометр, чтобы вращением кольца с рифлением, настройка микроскопа (2), сделать изображение пыльного пятна ярче. Сетевой микрометр служит для оценки размеров пылевых частиц (дисперсности): на расстоянии 5 мкм от сторон центрального квадрата нанесены четыре параллельные линии. Величина пылинок, заключенных между ними, составляет не более 5 мкм (рис.3).

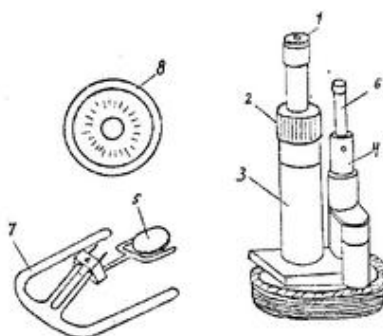


Рис.2. Кониметр.

1 - окуляр; 2 - настройка микроскопа; 3 - микроскоп; 4 - воздушный насос; 5 - зеркало;
6 - поршень; 7 - штатив; 8 - объект-шайба.

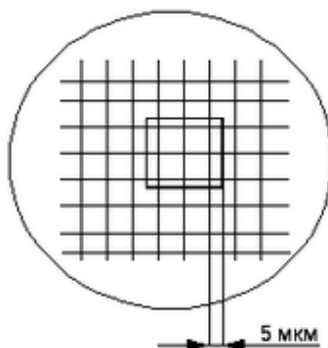


Рис.3. Центральный квадрат с четырьмя параллельными линиями

Порядок выполнения работы

Весовой метод определения запыленности воздушной среды.

1. Включить пульт управления установки в сеть. На пульте расположены тумблеры для включения в работу пылесосов двух камер, аспиратора, аналитических весов, лампы накаливания.

2. Ознакомиться с правилами работы на аналитических весах (см. планшет).
3. Включить аналитические весы в сеть (тумблер на пульте управления "Весы").
4. Взвесить фильтр на аналитических весах, для чего из обоймы вынуть комплект аналитического фильтра, развернуть защитное кольцо, затем положить его в центр левой чашки весов. Весы выключить, данные занести в табл. 3.
5. Включить аспиратор (тумблер "Аспиратор") и ручкой вентиля отрегулировать необходимую объемную скорость отбора проб воздуха (10-15 л/мин). Выключить аспиратор.
6. После взвешивания (см. п.4) фильтр снять с весов, осторожно расправить и поместить снова в защитное бумажное кольцо и вставить в аллонж, соединенный резиновой трубкой с аспиратором.
7. Аллонж соединить с пылевой камерой №1 (имитация участка, цеха).
8. Включить на 5 сек. пылесос (тумблер "пуск") для имитации пылевыделения на участке, в цехе. Пылесос выключится автоматически.
9. Включить аспиратор и в течение 5 мин. протягивать через аллонж запыленный воздух. Из аллонжа, за выступ защитного кольца вынуть фильтр с отобранной пробой и поместить в центр левой чашки весов для повторного взвешивания. Результат внести в табл. 3. Расчет весовой концентрации выполнить по формуле, результат занести в табл. 3.
10. По данным измерений дать заключение о состоянии запыленности воздуха в цехе, сравнив результаты с ПДК (задается преподавателем).
11. В той же последовательности провести исследования запыленности воздуха в камере №2 и результаты измерений внести в табл.3.

Таблица 3

Экспериментальные и расчетные данные

Номер опыта	Масса фильтра, мг		Расход воздуха л/мин	Время отбора пробы, мин	Концентрация пыли мг/м ³	
	До опыта	После опыта			Весовой метод	ПДК
Камера №1						
Камера №2						

Счетный метод определения запыленности воздушной среды

1. Учитывая, что пробы воздуха с целью определения запыленности уже отобраны в производственных условиях, рассмотреть запыленное поле в микроскоп, для чего:
 - а) поставить в поле зрения, напротив красной отметки на фланце основания, одно из запыленных полей (по заданию преподавателя);
 - б) включить настольную лампу для освещения зеркала микроскопа.
2. Определить (ориентировочно) размеры пылинок, зная, что расстояние между сторонами центрального квадрата и четырьмя параллельными ему линиями равно 5 мкм (см. рис. 3).
3. Подсчитать число пылинок различного размера в данном поле и результаты внести в табл. 4.
4. Рассмотреть форму пылинок и записать результаты в табл.4.
5. Сделать вывод о проникающей способности пылинок в дыхательные пути и их вредном действии на организм (в зависимости от формы и дисперсности).

Таблица 4.

Экспериментальные и расчетные данные.

Наименова	Ном	Объе	Количество пыли	Общее	Форма
-----------	-----	------	-----------------	-------	-------

ние пыли	ер поля	м возду ха	до 5 мкм		5-10 мкм		10-15 мкм		более 15 мкм		количес т во ПЫЛИНОК	ПЫЛИН ОК
			числ о	%	числ о	%	числ о	%	числ о	%		
		5 см ³										

Отчет о работе должен содержать

1. Схему установке для определения запыленности воздуха (рис.1).
2. Табл.3 с выводами о содержания пыли на рабочем месте (в цехе, на участке).
3. Табл.4 с выводом о дисперсном составе пыли, форме ее частиц, числе пылинок в 5 см³ воздуха.
4. Сравнительную оценку запыленности воздуха, полученную весовым методом.

Правила техники безопасности при выполнении работы

1. Лица, не знакомые устройством лабораторной установки к выполнению работы не допускаются.
2. Все приборы и установки включать только во время эксперимента, а в перерывах и длительных паузах - выключать.
3. Перед экспериментом проверить исправность зануляющих проводов корпуса установки.
4. В случае искрения на зажимах, запахе горячей проводки ощущения напряжения на корпусах немедленно отключить сеть.

Контрольные вопросы

1. Что такое производственная пыль и как она классифицируется.
2. Какие заболевания вызывает пыль у рабочих.
3. От каких факторов зависит вредное влияние пыли на организм работающих.
4. Что такое предельно-допустимая концентрация пыли и какими нормами она обусловлена.
5. Как определить запыленность воздуха весовым методом.
6. Какова сущность электрического метода определения концентрации пыли.
7. Какова сущность счетного метода определения запыленности и каково устройство кониметра.
8. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при выполнении работы.

3.11 Практическое занятие №ПЗ-15 (2 часа).

Тема: «Городская среда. Сельская среда»

3.11.1 Задание для работы:

1. Город как среда обитания
2. Отличительные черты городской среды

3. Особенности среды обитания человека в условиях сельской местности.
4. Сельское хозяйство и его экологические проблемы.
5. Самостоятельная работа: «Пути решения экологических проблем сельского хозяйства».

3.11.2 Краткое описание проводимого занятия:

Город – это крупный населенный пункт, жители которого задействованы в разных видах деятельности, исключая сельское хозяйство. Город образует качественно новые связи между людьми, проживающими в нем.

Если в деревни взаимоотношения между людьми строятся преимущественно на основе родственных связей, то в городе люди сближаются на основе общего труда. Проживание в городе таит в себе существенный минус: отдаленность от природы. Человек вынужден проживать в условиях, которые ему биологически чужды. Именно поэтому на сегодняшний день правительством разрабатываются специальные программы по озеленению городов, что создаст максимально комфортные условия жизни для горожан.

Город как среда обитания человека обладает такими особенными характеристиками:

- наличие разных видов транспорта, что порождает интенсивность дорожного движения;
- совокупность группы производственных предприятий;
- сосредоточенность на небольшой площади большого количества коммуникаций – телефонных линий, газопровода, электросети;
- большое количество людей, постоянно проживающих на единице площади;
- жилищный дефицит.

3.12 Практическое занятие №ПЗ-16 (2 часа).

Тема: «Концепция устойчивого развития»

3.12.1 Задание для работы:

- 1. История концепции устойчивого развития**
- 2. Трехединая концепция устойчивого развития**
- 3. Пределы роста**

3.12.2 Краткое описание проводимого занятия:

Концепция устойчивого развития явилась логическим переходом от экологизации научных знаний и социально-экономического развития, бурно начавшимся в 1970-е годы. Вопросам ограниченности природных ресурсов, а также загрязнения природной среды, которая является основой жизни, экономической и любой деятельности человека, в 1970-е годы был посвящен ряд научных работ. Реакцией на эту озабоченность было создание международных неправительственных научных организаций по изучению глобальных процессов на Земле, таких как Международная федерация институтов перспективных исследований (ИФИАС), Римский клуб, Международный институт системного анализа, а в СССР — Всесоюзный институт системных исследований.

Проведение в 1972 году в Стокгольме Конференции ООН по окружающей человека среде и создание Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) ознаменовало включение международного сообщества на государственном уровне в решение экологических проблем, которые стали сдерживать социально-экономическое развитие.

В июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро состоялась Конференция ООН по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД), на которой было принято историческое решение об изменении курса развития всего мирового сообщества. Такое беспрецедентное решение глав правительств и лидеров 179 стран, собравшихся на ЮНСЕД, было обусловлено стремительно ухудшающейся глобальной экологической ситуацией и прогнозируемой на основе анализа ее динамики глобальной катастрофой, которая может разразиться уже в XXI в. и привести к гибели всего живого на планете. Среди проблем экологического характера, которые, согласно изданному Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) докладу “Глобальная экологическая перспектива - 2000” (ГЕО-2000), окажутся основными в XXI в., названы изменение климата в результате выброса парниковых газов, недостаток пресной воды и ее загрязнение, исчезновение лесов и опустынивание, сокращение биоразнообразия, рост численности населения (и его перемещение), необходимость удаления отходов, загрязнение воздуха, деградация почв и экосистем, химическое

загрязнение, истощение озонового слоя, урбанизация, истощение природных ресурсов, нарушение биогеохимических циклов, распространение заболеваний (включая появление новых) и т.д. Почти каждая из этих экологических проблем может, если будет продолжаться стихийное развитие цивилизации, привести к гибели человечества и биосферы. ЮНЕСКО продемонстрировала осознание пагубности традиционного пути развития, который был охарактеризован как неустойчивое развитие, чреватое кризисами, катастрофами, омницидом (гибелью всего живого). Переход на новую модель (стратегию) развития, получившую название модели устойчивого развития, представляется естественной реакцией мирового сообщества, стремящегося к своему выживанию и дальнейшему развитию

Термин “устойчивое развитие” получил широкое распространение после публикации доклада, подготовленного для ООН в 1987 г. специально созданной в 1983 г.

Международной комиссией по окружающей среде и развитию. В русском издании этого доклада английский термин *sustainable development* переведен как “устойчивое развитие”, хотя слово *sustainable* имеет и другие значения: “поддерживаемое, самоподдерживаемое”, “длительное, непрерывное”, “подкрепляемое”, “защищаемое”.

Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию была представлена Правительством РФ и утверждена Указом Президента РФ № 440 от 1 апреля 1996 г. В Концепции отмечено, что “следуя рекомендациям и принципам, изложенным в документах Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), руководствуясь ими, представляется необходимым и возможным осуществить в Российской Федерации последовательный переход к устойчивому развитию, обеспечивающий сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей”

3.13 Практическое занятие №ПЗ-17 (2 часа).

Тема: «Возникновение концепции устойчивого развития»

3.13.1 Задание для работы:

1. Экологическая устойчивость.
2. Представления о возможных путях развития цивилизации
3. Экологические след и индекс человеческого развития
4. Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП)

3.13.2 Краткое описание проводимого занятия:

Устойчивое развитие же предполагает гармонизацию отношений человечества и биосферы, развитие человечества в согласии с законами природы, что становится возможным при условии осознанных ограничений на потребление ресурсов исходя из возможностей биосферы.

Таким образом, при раскрытии понятия устойчивого развития выделяются 2 ключевых аспекта:

потребности человечества, т.е. удовлетворение основных, наиболее важных, жизнеобеспечивающих потребностей;
ограничение потребностей исходя из возможностей окружающей природной среды их удовлетворить.

В настоящее время существуют многочисленные варианты определения понятия устойчивого развития, каждый из которых вносит свой вклад в конкретизацию этого термина. Одним из наиболее удачных является определение, данное МКОСР, которое определяет понятие “устойчивое развитие” как развитие, которое удовлетворяет

потребности ныне живущих поколений, без ущерба для удовлетворения потребностей будущих поколений.

Говоря об устойчивом развитии мы должны понимать: что именно может и должно развиваться устойчиво?

Это - общество, экономическая система, окружающая природная среда.

В частности, устойчивое развитие окружающей природной среды подразумевает собой чистый воздух, воду, почву, действующие природные системы, т.е. сохранение способности природы к самовосстановлению. С социальной точки зрения устойчивое развитие предполагает объединение всех социальных, этнических, возрастных групп для участия в управлении развитием территории; справедливое распределение работы, дохода, социальных благ, обеспечение безопасности и благополучия.

Устойчивое развитие экономической системы включает в себя использование эффективных методов ведения хозяйства (во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства), направленных на повышение качества использования ресурсов. Это ресурсосберегающие технологии, товары и услуги высокого качества. Процесс развития всех трех составляющих является взаимосвязанным и взаимообусловленным, поэтому должен рассматриваться в единстве. То есть, целесообразно рассматривать процесс развития социо-эколого-экономической системы (СЭЭС), состоящей из трех подсистем: экологической, социальной и экономической.

3.14 Практическое занятие № ПЗ-18 (2 часа).

Тема: «Устойчивость и развитие»

3.14.1 Задание для работы:

1. Глобальные экологические прогнозы и сценарии будущего
2. Основные свойства живых систем.
3. Уровни биологической организации.
4. Ресурсы вещества и энергии.

3.14.2 Краткое описание проводимого занятия:

А) Единство химического состава. В состав живых организмов входят те же химические элементы, что и в объекты не живой природы. Однако соотношение элементов в живом и неживом не одинаково. В живых организмах 98% химическо-го состава приходится на четыре элемента: углерод, кислород, азот и водород.

Б) Обмен веществ и энергии. Важный признак живых систем – использование внешних источников энергии в виде пищи, света и др. Через живые системы проходят потоки веществ и энергии, вот почему они открытые. Основу обмена веществ составляют взаимосвязанные и сбалансированные процессы ассимиляции, т.е. процессы синтеза веществ в организме, и диссимиляции, в результате которых сложные вещества и соединения распадаются на простые и выделяется энергия, необходимая для реакций биосинтеза. Обмен веществ обеспечивает относительное постоянство химического состава всех частей организма.

В) Самовоспроизведение. Существование каждой отдельно взятой биологической системы ограничено временем; поддержание жизни связано с самовоспроизведением. Любой вид состоит из особей, каждая из которых рано или поздно перестаёт существовать, но благодаря самовоспроизведению жизнь вида не прекращается. В основе самовоспроизведения лежит образование новых молекул и структур, которое обусловлено информацией, заложенной в нуклеиновой кислоте ДНК. Самовоспроизведение тесно связано с явлением наследственности: любое живое существо рождает себе подобных. Наследственность заключается в способности организмов передавать свои признаки, свойства и особенности развития из поколения в поколение. Она обусловлена относительной стабильностью, т.е. постоянством строения ДНК.

Г) Изменчивость. – свойство, противоположное наследственности. Оно связано с приобретением организмами новых признаков и свойств. В основе наследственной изменчивости лежат изменения биологических матриц – молекул ДНК. Изменчивость создает разнообразный материал для отбора наиболее приспособленных к конкретным условиям существования, что, в свою очередь приводит к появлению новых форм жизни, новых видов живых организмов.

Д) Способность к росту и развитию. – свойство, присущее любому живому организму. Расти – значит увеличиваться в размерах и массе с сохранением общих черт строения. Рост сопровождается развитием. В результате развития возникает новое качественное состояние объекта.

Развитие живой формы материи представлено индивидуальным и историческим развитием. На протяжении индивидуального развития постепен-но и последовательно проявляются все свойства организмов. Историческое развитие сопровождается образованием новых видов и прогрессивным усложнением жизни. В результате исторического развития возникло все многообразие жизни на Земле.

Е) Раздражимость. – неотъемлемая черта, присущая всему живому; она является выражением одного из свойств всех тел природы – свойства отражения. Оно связано с передачей информации из внешней среды любой биологической системе. Это свойство выражается реакциями живых организмов на внешнее воздействие. Благодаря раздражимости организмы избирательно реаги-руют на условия окружающей среды.

Ж) Дискретность. – всеобщее свойство материи. Любая биологическая система состоит из отдельных, но тем не менее взаимодействующих частей, образу-ющих структурно-функциональное единство.

Ген, клетка, орган, организм, популяция, сообщество (биоценоз) — главные уровни организации жизни. Экология изучает уровни биологической организации от организма до экосистем. В ее основе, как и всей биологии, лежит теория эволюционного развития органического мира Ч. Дарвина, базирующаяся на представлении о естественном отборе. В упрощенном виде его можно представить так: в результате борьбы за существование выживают наиболее приспособленные организмы, которые передают выгодные признаки, обеспечивающие выживание, своему потомству, которое может их развить дальше, обеспечив стабильное существование данному типу организмов в данных конкретных условиях среды. Если условия эти изменятся, то выживают организмы с более благоприятными для новых условий признаками, переданными им по наследству, и т. д.

3.15 Практическое занятие №19-20 (4 часа).

Темы: «Природоохранная деятельность».

3.15.1 Задание для работы:

1. В чем заключается экологический кризис?
2. Основные понятия природоохранной деятельности
3. Общие принципы природоохранной деятельности
4. Задачи природоохранной деятельности.
5. Экономико-правовые основы природоохранной деятельности.
6. Особенности охраны природы в России

3.15.2 Краткое описание проводимого занятия:

Современное человечество уже не может себе представить жизнь без достижений научно-технического прогресса, однако не все понимают, что на данный момент все эти достижения уже спровоцировали возникновение серьезного экологического кризиса. Постоянное развитие производственных мощностей без учета тонкого влияния каких-

либо его действий на окружающую среду, а также непрерывная погоня за максимальной прибылью привела к тому, что природные ресурсы планеты были во многом истощены, атмосфера Земли стала гораздо более загрязненной, исчез ряд видов животных и растений, а также появилась масса других проблем. Именно по этой причине возникла природоохранная деятельность, которая старается максимально поддерживать баланс. - Читайте подробнее на FB.ru:

3.16 Практическое занятие № 21-22 (4 часа).

Темы: «Природные ресурсы и их охрана».

3.16.1 Задание для работы:

1. Природные ресурсы (понятие, классификация).

1. Природно-территориальные аспекты экологических проблем.
2. Природные ресурсы и способы их охраны.
3. Охрана лесных ресурсов в России.
4. Возможности управления экологическими системами (на примере лесных биогеоценозов)

3.16.2 Краткое описание проводимого занятия

Наиболее значимым фактором, обуславливающим специфику России и ее экологическое своеобразие, является большая территория. Она равна 17,1 млн. км², что составляет 11,5% общей поверхности суши. На этой территории проживает около 147 млн. чел., что обуславливает среднюю плотность 8,5 чел./км². Для сравнения укажем, что средняя плотность населения в Европе равна 64 чел./км², а в Азии - 55 чел./км². Вторая особенность России - неравномерная рассредоточенность населения по территории страны. В Сибирско-Дальневосточном регионе она не превышает 3 чел./км². Примерно в такой же степени неравномерна освоенность территории и нагрузки на природную среду. На Европейско-Уральский регион, площадь которого составляет 31,2% от территории страны, приходится около 70% промышленного потенциала. В Сибирско-Дальневосточном регионе соотношение противоположное - 30% промышленного потенциала и 70% территории.

Третья экологически важная особенность России - большое природное разнообразие. Оно представлено различным рельефом, природными зонами, ландшафтами, климатическими, гидрологическими и другими условиями. Так, наличие обширных равнин резко уменьшает вероятность застойных атмосферных явлений и способствует рассредоточению загрязняющих веществ, самоочищающей способности воздушной среды.

Экологическая специфика России связана также с наличием больших площадей, занятых болотами и заболоченными территориями. Они занимают 200-220 млн. га, что составляет около 65% болотного фонда планеты. Это, с одной стороны, объекты колоссальной концентрации ценного органического вещества - топлива, сырья для химической переработки, удобрения и пр., а с другой - важнейший фактор связывания, аккумуляции и вывода из атмосферы углерода (его «стока» или «ухода в геологию», по В. И. Вернадскому), а также различных загрязняющих веществ.

3.17 Практическое занятие №ПЗ-23 (2 часа).

Тема: «Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта»

3.17.1 Задание для работы:

Расчет выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта

Яндекс.ДиректПроизводственный контрольtechnoprogress.ru

Количество топлива (Q), сжигаемого двигателями автомашин на выбранном участке, по формуле:

$$Q = L \cdot V,$$

где V - удельный расход топлива на 1 км, л/км.

Таблица 2. Удельный расход топлива

Тип автотранспорта	Средние нормы расхода топлива (л/100 км)	Удельный расход топлива V (л/км)
Легковой автомобиль	12	0,12
Грузовой автомобиль	33	0,33
Газель	17	0,17
Автобус	42	0,42

Условно принимаем:

- 90% легковых автомобилей используют в качестве топлива бензин, а 10 % - газ;
- грузовые автомобили используют дизельное топливо;
- газели используют газ.
- 50% автобусов используют бензин, а 50% - газ.

1) Количество топлива (Q), сжигаемого двигателями автомашин на выбранном участке внутри квартала:

Легковые автомобили (бензин): $Q_j = 81 \cdot 0,9 \cdot 0,12 = 8,748$ л

Легковые автомобили (газ): $Q_j = 81 \cdot 0,1 \cdot 0,12 = 0,972$ л

Грузовые автомобили: $Q_j = 41,4 \cdot 0,33 = 13,662$ л

Автобусы (бензин): $Q_j = 5,4 \cdot 0,42 \cdot 0,5 = 1,134$ л

Автобусы (газ): $Q_j = 5,4 \cdot 0,42 \cdot 0,5 = 1,134$ л

Газель: $Q_j = 19,8 \cdot 0,17 = 3,366$ л

2) Количество топлива (Q), сжигаемого двигателями автомашин на выбранном участке магистрали

Легковые автомобили (бензин): $Q_j = 559,8 \cdot 0,9 \cdot 0,12 = 60,4584$ л

Легковые автомобили (газ): $Q_j = 559,8 \cdot 0,1 \cdot 0,12 = 66,7176$ л

Грузовые автомобили: $Q_j = 66,6 \cdot 0,33 = 21,978$ л

Автобусы (бензин): $Q_j = 55,8 \cdot 0,42 \cdot 0,5 = 11,718$ л

Автобусы (газ): $Q_j = 55,8 \cdot 0,42 \cdot 0,5 = 11,718$ л

Газель: $Q_j = 61,2 \cdot 0,17 = 10,404$ л

Расчётные значения расхода топлива заносим в таблицу 3.

Таблица 3. Расчётные значения расхода топлива

Внутри квартала				
Тип автомобиля	Общий путь за 1 час,	Количество топлива Q _j , л		
L _j , км	Всего	Бензин	Газ	Дизель
Легковой автомобиль	81	9,72	8,748	0,972
Грузовой автомобиль	41,4	13,662	13,662	
Автобус	5,4	2,268	1,134	1,134
Газель	19,8	3,366	3,366	
Всего	29,016	9,882	5,472	13,662
На магистрали				
Тип автомобиля	Общий путь за 1 час,	Количество топлива Q _j , л		

Lj, км	Всего	Lj, км	Всего	Lj, км
Легковой автомобиль	559,8	67,176	60,4584	6,7176
Грузовой автомобиль	66,6	21,978	21,978	
Автобус	55,8	23,436	11,718	11,718
Газель	61,2	10,404	10,404	
Всего	122,994	72,1764	28,8396	21,978

Рассчитываем объем выделившихся вредных веществ в литрах при нормальных условиях по каждому виду топлива $K \cdot Q$.

Значения эмпирических коэффициентов K , определяющих выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида горючего, приведены в таблице 4.

Таблица 4. Значения эмпирических коэффициентов K

Вид топлива	Значение коэффициента (K)		
Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота	
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04
Газ	0,2	0,04	0,016

1) Объем вредных веществ, выделившихся двигателями автомашин на выбранном участке внутри квартала:

Угарный газ (CO):

а) при сгорании бензина: $9,882 \cdot 0,6 = 5,929$ л

б) при сгорании дизельного топлива: $13,662 \cdot 0,1 = 1,366$ л

в) при сгорании газообразного топлива: $5,472 \cdot 0,2 = 1,094$ л

Углеводороды (C_6H_6):

а) при сгорании бензина: $9,882 \cdot 0,1 = 0,988$ л

б) при сгорании дизельного топлива: $13,662 \cdot 0,03 = 0,410$ л

в) при сгорании газообразного топлива: $5,472 \cdot 0,04 = 0,219$ л

Диоксид азота (NO_2):

а) при сгорании бензина: $9,882 \cdot 0,04 = 0,395$ л

б) при сгорании дизельного топлива: $13,662 \cdot 0,04 = 0,546$ л

в) при сгорании газообразного топлива: $5,472 \cdot 0,016 = 0,088$ л

2) Объем вредных веществ, выделившихся двигателями автомашин на выбранном участке магистрали:

Угарный газ (CO):

а) при сгорании бензина: $72,1764 \cdot 0,6 = 43,306$ л

б) при сгорании газообразного топлива: $28,8396 \cdot 0,2 = 5,768$ л

в) при сгорании дизельного топлива: $21,978 \cdot 0,1 = 2,198$ л

Углеводороды (C_6H_6):

а) при сгорании бензина: $72,1764 \cdot 0,1 = 7,218$ л

б) при сгорании газообразного топлива: $28,8396 \cdot 0,04 = 1,154$ л

в) при сгорании дизельного топлива: $21,978 \cdot 0,03 = 0,659$ л

Диоксид азота (NO_2):

а) при сгорании бензина: $72,1764 \cdot 0,04 = 2,887$ л

б) при сгорании газообразного топлива: $28,8396 \cdot 0,016 = 0,461$ л

в) при сгорании дизельного топлива: $21,978 \cdot 0,04 = 0,879$ л

Результаты, полученные при расчёте объёмов выброса, заносим в таблицу 5.

Таблица 5. Результаты, полученные при расчёте объёмов выброса

Внутри квартала				
Вид топлива	Q, л	Количество вредных веществ, л		
Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота		
Бензин	9,882	5,929	0,988	0,395
Дизельное топливо	13,662	1,366	0,410	0,546
Газ	5,472	1,094	0,219	0,088
Всего		8,390	1,617	1,029
На магистрали				
Вид топлива	Q, л	Количество вредных веществ, л		
Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота		
Бензин	72,1764	43,306	7,218	2,887
Дизельное топливо	21,978	2,198	0,659	0,879
Газ	28,8396	5,768	1,154	0,461
Всего		51,272	9,031	4,228

На участке магистрали выделяется больше вредных веществ, чем внутри квартала, так как на магистрали значительно интенсивнее движение, чем на внутриквартальной дороге.

Рассчитываем массу выделившихся вредных веществ (m, г) по формуле:

$$m = \frac{V \cdot M}{22,4}$$

где M - молекулярная масса, г;
V - объём, м³.

Рассчитываем количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ для обеспечения санитарно допустимых условий окружающей среды по формуле:

$$V = \frac{m \cdot 1000}{ПДК}$$

где m - масса вредных веществ (г),
ПДК - предельно допустимая концентрация вредных веществ (мг/м³).

Результаты записываем в таблицу 6.

Таблица 6.

Внутри квартала				
Вид вредного вещества	Объем, л	Масса, г	Объем воздуха для разбавления, м ³	ПДК, мг/м ³
Угарный газ	8,390	10,487	3 496	3
Углеводороды	1,617	5,630	56 304	0,1

Диоксид азота	1,029	2,114	52 844	0,04
Сумма				
На магистрали				
Вид вредного вещества	Объем, л	Масса, г	Объем воздуха для разбавления, м ³	ПДК, мг/м ³
Угарный газ	51,272	64,089	21 363	3
Углеводороды	9,031	31,446	314 457	0,1
Диоксид азота	4,228	8,682	217 042	0,04

Расчёт массы выделившихся вредных веществ:

1) Внутри квартала

Угарный газ (CO):

$$m = \frac{8,390 \cdot (12 + 16)}{22,4} = 10,487 \text{ г}$$

Углеводороды (C₆H₆): г

Диоксид азота (NO₂): г

2) На магистрали

Угарный газ (CO):

Углеводороды (C₆H₆): г

$$m = \frac{1,617 \cdot (12 \cdot 6 + 6)}{22,4} = 5,630 \text{ г}$$

$$m = \frac{1,029 \cdot (14 + 16 \cdot 2)}{22,4} = 2,114 \text{ г}$$

$$m = \frac{51,272 \cdot (12 + 16)}{22,4} = 64,089 \text{ г}$$

$$m = \frac{9,031 \cdot (12 \cdot 6 + 6)}{22,4} = 31,446 \text{ г}$$

$$m = \frac{4,228 \cdot (14 + 16 \cdot 2)}{22,4} = 8,682 \text{ г}$$

Диоксид азота (NO₂): г

Расчёт объёма воздуха, необходимого для разбавления:

1) Внутри квартала

Угарный газ (CO): м³

$$V = \frac{10,487 \cdot 1000}{3} = 3496$$

Углеводороды (C₆H₆):

Диоксид азота (NO₂): м³

2) На магистрали

Угарный газ (CO): м³

Углеводороды (C₆H₆):

$$V = \frac{5,630 \cdot 1000}{0,1} = 56304 \text{ м}^3 \quad V = \frac{2,114 \cdot 1000}{0,04} = 52844 \quad V = \frac{64,089 \cdot 1000}{3} = 21363$$

$$V = \frac{31,446 \cdot 1000}{0,1} = 314457 \text{ м}^3 \quad V = \frac{8,682 \cdot 1000}{0,04} = 217042$$

Диоксид азота (NO₂): м³

Суммарное количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ:

$$\sum V(\text{внутри квартала}) = 3496 + 56304 + 52844 = 112644 \text{ м}^3$$

$$\sum V(\text{на магистрали}) = 21363 + 314457 + 217042 = 552863 \text{ м}^3$$

Учитывая рост человека (1,85 м), ширину дороги (4·2,75=11 м) и протяжённость исследуемого участка (600 м), рассчитываем доступное количество воздуха для разбавления выделившихся вредных веществ:

м³

Вывод: на рассматриваемых участках автомобильной дороги чистого воздуха недостаточно для разбавления вредных веществ, выделяющихся при работе двигателей автотранспорта. Учитывая близость к автомагистрали жилых и общественных зданий, район можно отнести к экологически вредным.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Семинарские занятия не предусмотрены рабочим учебным планом.