

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**И. Ж. Титаренко**

**УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
СИСТЕМОЙ ГОРОДА**

Учебно-методическое пособие по практическим занятиям для студентов,  
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки  
20.04.01 Техносферная безопасность

Калининград  
2025

Рецензент

кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Калининградский  
государственный технический университет» Н.А. Евдокимова

**Титаренко, И. Ж.** Управление природно-технической системой города: учеб.-метод. пособие по практ. занятиям для студ., обучающихся в магистратуре по напр. подгот. 20.04.01 Техносферная безопасность / **И. Ж. Титаренко.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 74 с.

В учебно-методическом пособии содержатся указания по подготовке к практическим занятиям по разделам дисциплины «Управление природно-технической системой города», включающие методические рекомендации, вопросы к семинарскому занятию), вопросы для самоконтроля, рекомендуемая литература.

Список лит. – 6 наименований.

Учебно-методическое пособие по практическим занятиям рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 15.12.2025 г., протокол № 11.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Практическое занятие 1: Определение, свойства, категории природно-технических систем.....	6
Практическое занятие 2: Элементарная ПТС, ее структура, понятие о расчетной схеме.....	9
Практическое занятие 3: Формирование и функционирование ПТС, режим функционирования, управляющие взаимодействия.....	15
Практическое занятие 4: Принципы оптимизации ПТС и управление ее функционированием.....	19
Практическое занятие 5: Прогноз функционирования ПТС.....	22
Практическое занятие 6: Человек и городская среда.....	25
Практическое занятие 7: Роль зеленых насаждений в жизни городов.....	38
Практическое занятие 8: Экологические функции городских лесов.....	47
Практическое занятие 9: Загрязнение городской среды.....	54
Практическое занятие 10: Опасности, связанные с загрязнением урбанизированных территорий.....	65
Текущий контроль.....	72
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	73

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью освоения дисциплины «Управление природно-технической системой города» является формирование знаний о принципах организации и особенностях территориального управления, освоение магистрантами научно-методических основ технологии управления природно-техническими системами через регулирование их основных компонентов, а также формирование способности к принятию решений по рациональному природопользованию, учитывающих экологические факторы наряду с техническими и экономическими.

Задачи изучения дисциплины:

- рассмотрение теоретических основ организации и функционирования природных и природно-технических систем;
- развитие комплексного подхода к изучению взаимодействий природных и технических объектов;
- получение представлений о механизмах саморегулирования в природных системах и его значении для поддержания их устойчивости;
- рассмотрение существующих классификаций природно-технических систем по степени экологической опасности для природы и человека;
- рассмотрение примеров анализа «цепи» причинно-следственных связей при нарушении природных процессов в городах.

Целью практикума является формирование системы знаний по управлению природно-технической системе города.

Задачами практикума являются:

- изучение понятийного аппарата в природно-технических систем (ПТС);
- изучение порядка формирования природно-технических систем, режима их функционирования;
- овладение навыками сбора информации о показателях функционирования ПТС, правильной интерпретации и критическому осмыслению полученных результатов.

В результате освоения дисциплины студент должен

**знать:**

- актуальные проблемы современного государственного управления, связанные с развитием территорий; российские правовые акты, регламентирующие отношения в сфере территориального развития; цель, задачи и принципы планирования пространственного развития РФ; основные проблемы регулирования природно-техногенных систем в России, приводящих к возникновению чрезвычайных ситуаций.

**уметь:**

- оценивать структуру природно-промышленной или техногенной системы; определять границы техногенной системы, сферу ее влияния, основные виды взаимодействия ее компонентов; оценивать правовые проблемы, возникаю-

щие в сфере территориального управления; анализировать и оценивать итоги реализации прогнозных, проектных и плановых решений.

**владеть:**

- приемами и методами научно-исследовательской работы, а также умениями внедрять полученные результаты исследований в практическую деятельность государственных органов; методиками экспертной оценки правовых актов, регулирующих отношения в сфере пространственного развития; методами управления природно-техногенными системами на локальном, региональном и глобальном уровне.

Учебно-методическое пособие состоит из:

введения, где указаны: дисциплина учебного плана, для изучения которой оно предназначено; цели и задачи дисциплины; цели и задачи практикума; требования к знаниям, умениям и навыкам, которыми должен овладеть студент после выполнения заданий практикума;

основной части, которая содержит тему и цель каждого практического занятия, методические рекомендации, вопросы к семинарскому занятию), вопросы для самоконтроля; виды текущего контроля, последовательности его проведения, критерии и нормы оценки (отметки) выполнения практических заданий; списка рекомендуемых источников.

## Практическое занятие 1

**Тема:** Определение, свойства, категории природно-технических систем

**Цель:** изучение свойств и характеристик ПТС для последующего управления ее функционированием

**Форма проведения занятия** – семинар

### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1,2,6].

Любые искусственные объекты, в том числе и сооружения, всегда взаимодействуют с окружающей их областью природной среды. Существование взаимодействий между искусственными и естественными объектами Земли требует совместного рассмотрения взаимодействующих объектов как сложных тел (систем), называемых **природно-техническими системами**. Природно-техническая система (ПТС) — целостная, упорядоченная в пространственно-временном отношении совокупность взаимодействующих компонентов, включающая орудия, продукты и средства труда, естественные и искусственно измененные природные тела, а также естественные и искусственные поля.

Примером ПТС может служить гидроузел, в котором искусственные объекты — гидротехнические сооружения и водохранилище — взаимодействуют между собой и с окружающими их областями литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы. Взаимодействие проявляется в разнообразных геологических, гидрологических, атмосферных и биологических процессах. Компоненты природной среды, взаимодействующие с искусственными объектами, различны. Набор их зависит от класса ПТС. В одних ПТС с искусственными объектами активно взаимодействуют граничащие с ними области литосферы, атмосферы, биосферы (мелиоративные системы), в других — области гидросферы (портовые сооружения) или литосферы (подземные сооружения, котлованы и карьеры, эксплуатационные скважины).

В ходе строительства сооружений, проведения горных работ, добычи жидких и газообразных полезных ископаемых, мелиорации земель и т. д. человек всегда не только создает искусственные объекты, но и существенно изменяет свойства природной среды, в особенности свойства прилегающих областей литосферы, на которых (в которых) эти объекты размещены. В процессе указанной хозяйственной деятельности формируются и функционируют ПТС, основными компонентами которых наряду с искусственными телами являются естественные геологические тела. В функционировании таких ПТС главнейшую роль играют процессы взаимодействия между искусственными объектами и некоторой областью литосферы. Подобные ПТС называют литотехническими системами (ЛТС). Эти системы находятся в поле зрения инженерной геологии,

поскольку взаимодействия (геологические) между естественными и искусственными частями — подсистемами проявляются в форме инженерно-геологических процессов.

Любую ПТС характеризуют не только геологические взаимодействия, но и взаимодействия между искусственными компонентами и компонентами атмосферы, гидросферы, биосферы. В соответствии с этим устанавливается и структура ЛТС, которая рассматривается в рамках ее подсистемы, включающей взаимодействующие между собой часть сооружения (в простейшем случае — фундамент) и прилегающую область литосферы. Системообразующие (эмерджентные) свойства ЛТС выявляются в инженерно-геологических, а также геолого-инженерных процессах, происходящих в искусственных объектах. Эти свойства определяют принятие решений о реализации ЛТС (например, о строительстве какого-либо объекта), учитывающего ее хозяйственную необходимость и влияние на экологию окружающей среды. ПТС являются открытыми динамическими системами. Они обмениваются массой и энергией с внешней по отношению к ним средой, их состояние изменяется в физическом времени. По временному режиму ПТС могут быть неравновесными или квазиравновесными в зависимости от стадии инженерно-геологического процесса (неустановившаяся, относительной стабилизации).

ПТС разделяются на несколько категорий (структурных уровней).

Природно-техническую систему, подсистемами-компонентами которой являются отдельное сооружение и сфера взаимодействия геологической среды с этим сооружением, следует считать *элементарной*.

Более высокой категорией является локальная ПТС, формирующаяся и функционирующая под влиянием взаимодействий комплекса сооружений (город, гидроузел, промышленный комплекс) с литосферой. *Локальная ПТС* состоит из элементарных, отношения которых и составляют ее структуру. Элементарные ПТС граничат с друг другом или пересекаются, так что на функционирование некоторой элементарной ПТС оказывают влияние соседние. Область геологической среды, взаимодействующая с комплексом сооружений, в большинстве случаев не имеет разрывов непрерывности, представляет собой связную область геологического пространства. Примером локальной ПТС может служить система в границах города, включающая все его сооружения, некоторую часть воздушного бассейна, реки и водоемы, фрагменты биосферы и область литосферы до глубины, в пределах которой проявляется взаимодействие с сооружениями (развиты инженерно-геологические процессы).

Следующей категорией ПТС является *региональная*. Подсистемами-компонентами региональной являются локальные ПТС, находящиеся в регионе, и природные геосистемы, в которые вкраплены локальные ПТС. Последние, как правило, не составляют связную область пространства и не могут непосред-

ственно взаимодействовать между собой. Однако в пределах региона нередко проявляются не прямые, а косвенные управляющие (техноплагенные) взаимодействия. Они приводят к изменению хода естественных процессов (включая и геологические) в регионе и к возникновению инженерно-геологических (техногенных) процессов.

Таким образом, структуру региональной ПТС не определяют прямые управляющие взаимодействия, осуществляющиеся внутри границ составляющих ее локальных ПТС. Главными взаимодействиями, существенно влияющими на функционирование региональной ПТС, наряду с возмущающими природными следует считать управляющие, косвенные, иногда заранее неучтенные взаимодействия. Аналогичные соображения можно высказать и о глобальной ПТС.

Категорию ПТС определяет ее структура, а не занимаемая площадь. Например, такая элементарная ПТС, как водохранилище — сфера взаимодействия геологической среды, — может занимать площадь в сотни или даже тысячи квадратных километров. В то же время несколько отдельно расположенных сооружений, суммарная площадь которых не превышает 1–2 км<sup>2</sup>, а сферы взаимодействия не пересекаются, образуют региональную ПТС.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Определение ПТС.
- 2) Структурные уровни ПТС.

## 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Н. В. Косолапова, Н. А. Прокопенко ; под ред. Э. А. Арустамов. - 25-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2023. - 446 с. : ил., табл., схем. [1].
2. Региональные проблемы природно-техногенных систем: сб. науч. трудов / Калинингр. гос. техн. ун-т; редкол.: В. А. Наумов [и др.]. - Калининград: КГТУ, 2020. - 98, [1] с.: ил. [2].
3. Суздалева, Антонина Львовна. Создание управляемых природно-технических систем : монография / А.Л. Суздалева – Москва : ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. – 160 с. [6].

## 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что называют ПТС?
- 2) Какие ПТС называют литотехническими?
- 3) Какие структурные уровни ПТС существуют?
- 4) Какая ПТС называется элементарной?
- 5) В чем различия между локальными и региональными ПТС?
- 6) Какой показатель определяет категорию ПТС?

## Практическое занятие 2

**Тема:** Элементарная ПТС, ее структура, понятие о расчетной схеме

**Форма проведения занятия** – семинар

### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1,2,6].

Элементарную ПТС, включающую отдельное сооружение и окружающую его область природной среды, на первом уровне расчленения можно разбить на подсистемы, каждая из которых будет состоять из некоторой области литосферы, атмосферы, гидросферы, биосферы и взаимодействующей с ней части сооружения. Число выделенных подсистем при этом будет соответствовать числу компонентов природной среды, взаимодействующих с сооружением. Однако, для элементарной ПТС имеет смысл рассматривать только ее подсистемы, состоящие из компонентов: сооружение (точнее, его часть, взаимодействующую с литосферой) и сферу взаимодействия геологической среды с сооружением (сфера взаимодействия). Структура элементарной ПТС на втором уровне расчленения зависит от отношения подсистем «сооружение» и «сфера взаимодействия». Каждая подсистема также расчленяется на взаимодействующие компоненты и, следовательно, обладает структурой, характерной только для нее. Структура подсистемы «сооружение» определяется типом и конструкцией сооружения, отношением его крупных элементов, имеющих нередко разное функциональное назначение (например, тело земляной плотины, блоки бетонной плотины, водосброс, противофильтрационный зуб, экран и т. д.). Взаимодействие этих элементов с подсистемой «сфера взаимодействия» различно. Вследствие этого структура подсистемы «сооружение» должна отражать характер, интенсивность и режим взаимодействий выделенных элементов конструкции сооружения с геологической средой.

Прежде чем рассматривать структуру подсистемы «сфера взаимодействия», следует пояснить, какое содержание вкладывается в понятие, обозначаемое этим термином. Под *сферой взаимодействия геологической среды с сооружением* следует понимать подстилающую (вмещающую) сооружение область литосферы, внутри которой в результате взаимодействия с сооружением развиваются инженерно-геологические процессы. Ясно, что сферы взаимодействия различных ПТС будут отличаться размером, конфигурацией и строением. По главнейшим наборам инженерно-геологических процессов можно выделить следующие *типы сфер взаимодействия* (СВ):

- с наземными сооружениями;
- с подземными сооружениями и горными выработками;
- с открытыми строительными выемками, котлованами, карьерами;

- со скважинами;
- с искусственными водоемами и водотоками.

Размер, конфигурация и строение СВ зависят как от типа и конструкции сооружения, наличия в нем элементов разного функционального назначения, так и от компонентов инженерно-геологических условий (геологическое, тектоническое, гидрогеологическое и геоморфологическое строение, состав, состояние и свойства грунтов, геологические процессы). В зависимости от структуры СВ, ее формы и величины выбирается методика инженерно-геологических исследований, определяется состав и устанавливаются объемы работ. Поэтому важное значение приобретает умение установить до проведения инженерно-геологических изысканий на месте постройки сооружения примерные границы СВ и в первом приближении оценить ее структуру.

Выделение СВ и определение ее структуры проводят совместно, анализируя при этом: данные об инженерно-геологических условиях; материалы проектных проработок о типе и возможных конструкциях сооружения, условиях его работы; данные предварительных расчетов инженерно-геологических процессов, которые возникнут при строительстве и в период эксплуатации сооружения.

Под *структурой сферы взаимодействия геологической среды с сооружением* понимают ее строение, определяемое числом, конфигурацией и величиной ее составных частей различных категорий (инженерно-геологические тела). Границы СВ зависят не только от свойств геологической среды — компонентов инженерно-геологических условий, но и от характера проектируемой деятельности, в частности от назначения сооружения, его типа и конструкции, методов строительства и эксплуатации сооружения. Вследствие этого сфера взаимодействия и составляющие ее части относятся к классу инженерно-геологических тел. Последние начинают формироваться с реализации ПТС. Однако идеально (в голове человека, в аналитическом и графическом представлении) их выделяют именно при проектировании ПТС.

*Инженерно-геологическим телом* называется некоторый объем геологической среды, конфигурацию и размеры которой устанавливают в соответствии с критериями, определяемыми ее свойствами, а также требованиями проводимых при проектировании сооружений расчетов инженерно-геологических процессов. Термин «инженерно-геологическое тело» — родовое понятие, используемое для обозначения разных объемов геологической среды, взаимодействующих с сооружением. К классу инженерно-геологических тел принадлежит СВ и ее части, например зона и другие более дробные части геологической среды. Выделяют инженерно-геологические тела только на основании данных инженерно-геологической разведки и только применительно к задачам проектирования конкретных сооружений.

Геологические тела существуют независимо от сооружений и природно-технических систем. Под *геологическим телом* понимают некоторую область геологического пространства, внутри которой остаются непрерывными те признаки или геологические параметры, на основании которых выделены границы этой области. Геологическая граница — это поверхность, при переходе через которую признак или геологический параметр терпят разрыв непрерывности. Геологические тела выделяют теми или иными методами при инженерно-геологической съемке или разведке. Об инженерно-геологических телах можно говорить только в связи с конкретной ПТС. Она определяет структуру СВ, иерархию, состав и отношения ее частей — инженерно-геологических тел разных категорий. Например, зона фильтрации воды под плотиной представляет собой инженерно-геологическое тело, которое, во-первых, начинает формироваться и функционировать только при возведении подпорного гидротехнического сооружения; во-вторых, размер, форму и характер взаимодействия тела наряду с природными геологическими условиями определяют также тип, конструкция сооружения и расчетные параметры его эксплуатации (например, конструкция подземного профиля плотины, величина напора, режим эксплуатации водохранилища).

До проведения инженерно-геологических работ на месте размещения сооружения предварительно выделяют СВ и ее зоны. Для расчетов инженерно-геологических процессов сфера взаимодействия должна быть расчленена на части — инженерно-геологические тела разных категорий, находящиеся в отношении субординации (подчиненности) и составляющие иерархически построенную систему. Иерархическая система инженерно-геологических тел предназначена для: 1) моделирования структуры СВ, на основе которого ведут расчеты инженерно-геологических процессов (уплотнения и разуплотнения грунтов в основании сооружений, фильтрации, промерзания, переработки берегов и т. д.); 2) рационального планирования состава и объемов инженерно-геологических исследований, проводимых на месте размещения сооружения (стадия рабочей документации) и при его строительстве; 3) организации системы наблюдения за режимом функционирования ПТС, цель которого заключается в измерении параметров инженерно-геологических процессов, корректировке инженерно-геологических прогнозов и разработке на основе прогнозов рекомендаций по оптимальному управлению функционированием ПТС.

Рассмотрим иерархическую систему инженерно-геологических тел, начиная с низшей категории — инженерно-геологического элемента (ИГЭ).

*Инженерно-геологическим элементом* следует считать инженерно-геологическое тело, представленное одной горной породой, статистически однородное по некоторому показателю свойств, выбираемому в каждом конкретном случае исходя из требований расчета того или иного инженерно-

геологического процесса, который выполняют при проектировании сооружения. Объем и конфигурацию ИГЭ устанавливают, учитывая геологические данные и данные о типе, конструкции и технической характеристике сооружения. Это определение уточняет понятие ИГЭ, предложенное Н. В. Коломенским. При расчете осадки сооружения (величины уплотнения геологической среды в его основании) активную зону СВ следует расчленить на инженерно-геологические элементы, т. е. на инженерно-геологические тела, статистически однородные по модулю общей деформации — коэффициенту сжимаемости. При расчете фильтрации зона фильтрации должна быть разделена на ИГЭ, статистически однородные по величине коэффициента фильтрации.

Внутри СВ обычно развиваются разные инженерно-геологические процессы, поэтому одни и те же области геологической среды могут быть разделены на различное число ИГЭ в разных зонах СВ в зависимости от инженерно-геологических процессов, расчет которых ведут при проектировании ПТС. ИГЭ, относящиеся к разным зонам, могут пересекаться в одной области геологического пространства, так как различные зоны СВ, выделяемые по инженерно-геологическим процессам, как правило, не граничат друг с другом, а пересекаются. Пересечение ИГЭ означает, что один и тот же объем геологической среды одновременно принадлежит к двум ИГЭ, выделенным по разным показателям свойств. Таким образом, объем литосферы, включенный в ИГЭ, и требования к ее свойствам изменяются в зависимости от того, какое положение занимает ИГЭ внутри СВ.

ИГЭ, принадлежащие к одной зоне СВ, в ряде случаев (определяемых условиями проведения расчета инженерно-геологического процесса) объединяют в расчетный элемент.

Под *расчетным элементом* следует понимать инженерно-геологическое тело, представленное одной или разными горными породами, для которого по условиям расчета допускается обобщение значений показателя, характеризующего отдельные ИГЭ, или принятие показателя одного из составляющих его ИГЭ. Несколько ИГЭ объединяются в расчетный тогда, когда для них с целью осуществления принятой схемы расчета инженерно-геологического процесса можно получить одно значение показателя свойств грунтов. Это значение получают путем простого осреднения или некоторой процедуры взвешивания.

Объем и форма расчетного элемента соответствуют суммарному объему и конфигурации составляющих его ИГЭ. Так как объем и конфигурация ИГЭ определяются не только геологическим строением, но и особенностями конструкции и компоновки сооружения, то это положение полностью распространяется и на расчетный элемент. Критерии объединения ИГЭ в расчетные элементы зависят от зоны, в состав которой входит расчетный элемент, поскольку схемы расчетов инженерно-геологических процессов и наборы показателей

свойств грунтов, используемых в расчетах, устанавливают для зон. Одни и те же грунты в одной зоне могут быть отнесены к одному расчетному элементу, а в другой — к разным. Если область пространства, относящаяся к расчетному элементу, занята одной породой, то он является гомогенным, если разными породами — гетерогенным.

Несколько расчетных элементов (или один элемент) составляют зону сферы взаимодействия. *Зона сферы взаимодействия* представляет собой инженерно-геологическое тело, внутри границ которого в результате взаимодействия геологической среды с сооружением развивается преимущественно один инженерно-геологический процесс, учитываемый при проектировании сооружения. Понятно, что число зон, их характер, объем, форма и взаимное расположение зависят от инженерно-геологических условий и от типа, конструкции и компоновки сооружения. Основными признаками, определяющими деление СВ на зоны, являются набор и характер инженерно-геологических процессов и схем расчета их количественных характеристик, определяющих пространственно-временной (или только пространственный) аспект прогноза.

Совокупность зон сферы воздействия и составляют собственно СВ. *Сфера взаимодействия геологической среды с сооружением* — инженерно-геологическое тело, которое выделяют по одному признаку. Этот признак заключается в том, что горные породы и подземные воды внутри границ СВ непосредственно или косвенно, в силу изменения природных условий, взаимодействуют с сооружением. Иначе говоря, это область литосферы, внутри которой под влиянием строительства или эксплуатации сооружения изменяется течение природных геологических процессов и развиваются инженерно-геологические процессы. Таким образом, критерием выделения СВ являются инженерно-геологические процессы.

В системе инженерно-геологических тел СВ занимает второе место, уступая области взаимодействия геологической среды с комплексом сооружений, являющейся подсистемой локальной ПТС. *Область взаимодействия геологической среды с комплексом сооружений* представляет собой инженерно-геологическое тело, выделяемое в тех случаях, когда сферы взаимодействия отдельных сооружений граничат друг с другом или пересекаются (части различных сфер могут занимать одну и ту же область пространства). Например, нередко пересекаются зоны уплотнения рядом расположенных сооружений, и при расчете осадок приходится учитывать влияние соседних сооружений. Таким образом, при наличии комплекса сооружений (гидроузлы, промышленные комплексы, жилые массивы и др.) рассматривают локальную ПТС и ее подсистему — область взаимодействия.

Выделение области взаимодействия геологической среды с комплексом сооружений позволяет: 1) учитывать влияние соседних сооружений (проекти-

руемых или существующих) на ход инженерно-геологических процессов при проектировании данного сооружения; 2) осуществлять общий прогноз инженерно-геологических условий территории; 3) рационально планировать инженерно-геологические работы.

Под *расчетной схемой* понимают вертикальное сечение зоны СВ, проведенное в направлении, требуемом условиями расчета инженерно-геологического процесса, на котором показаны: границы зоны и расчетных элементов, расчетные значения показателей свойств грунтов; нужные для расчета гидрогеологические данные (например, УГВ) и технические данные о сооружении (глубина заложения, контуры выемки и др.).

Сфера взаимодействия нередко имеет сложную структуру и включает несколько зон. Расчетные схемы составляют для каждой зоны (иногда для подзон). Следовательно, число расчетных схем не может быть меньше числа зон СВ. Набор расчетных схем следует рассматривать как модель СВ. Расчетная схема дает возможность установить границы проявления различных инженерно-геологических процессов; выбрать оптимальные методы расчета, позволяющие получить количественный пространственно-временной прогноз процесса; установить границы распространения тех значений показателей свойств грунтов, которые будут использованы в расчетах.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Элементарная ПТС, ее структура.
- 2) Сфера взаимодействия геологической среды с сооружением.
- 3) Иерархическая система инженерно-геологических тел.

## 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Н. В. Косолапова, Н. А. Прокопенко ; под ред. Э. А. Арустамов. - 25-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2023. - 446 с. : ил., табл., схем. [1].

2. Региональные проблемы природно-техногенных систем: сб. науч. трудов / Калинингр. гос. техн. ун-т; редкол.: В. А. Наумов [и др.]. - Калининград: КГТУ, 2020. - 98, [1] с.: ил. [2].

3. Суздалева, Антонина Львовна. Создание управляемых природно-технических систем : монография / А.Л. Суздалева – Москва : ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. – 160 с. [6].

## 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что называют элементарной ПТС?
- 2) Какие выделяют уровни расчленения элементарной ПТС?

- 3) Что понимают под сферой взаимодействия геологической среды с сооружением?
- 4) Какие типы сфер взаимодействия выделяют?
- 5) От чего зависят размер, конфигурация, строение сфер взаимодействия?
- 6) Что понимают под структурой сферы взаимодействия геологической среды с сооружением?
- 7) Что называют инженерно-геологическим телом?
- 8) Для чего предназначена иерархическая система инженерно-геологических тел?
- 9) Что представляет собой иерархическая система инженерно-геологических тел?
- 10) Что понимают под расчетной схемой?

### **Практическое занятие 3**

**Тема:** Формирование и функционирование ПТС, режим функционирования, управляющие взаимодействия

**Форма проведения занятия** – семинар

#### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [3-5].

Природно-техническая система принципиально отличается от природной. Главнейшее ее отличие состоит в том, что она является управляемой (кибернетической). Управляемыми системами называются такие системы, функционирование которых обусловлено управляющими взаимодействиями. Управляющими следует считать такие взаимодействия, которыми можно распоряжаться при управлении системой и которые можно изменять с целью осуществления ее функционирования, предпочтительного по сравнению с другими возможными вариантами функционирования управляемой системы. Опираясь на данные исследований и расчетов, реализованных в прогнозе, человек заранее, еще в ходе проектирования ПТС, может предсказать изменение структуры системы в процессе ее развития во время строительства, а также структуру системы в период ее функционирования, ее режим во времени, интенсивность, скорость и характер изменения отношений между ее компонентами, изменение структуры и свойств под влиянием управляющих взаимодействий.

Таким образом, еще до реализации ПТС, на этапе проектирования, осуществляется оптимизация структуры и свойств системы и предусматриваются мероприятия, обеспечивающие оптимальное управление ее функционированием. Элементарные ПТС начинают формироваться с началом строительства или иной хозяйственной деятельности человека. Например, начало работ по вскры-

тию строительного котлована или даже начало работ по понижению уровня подземных вод, если вскрытие строительной выемки ведется под защитой водопонижительной системы, отвечает начальному моменту формирования ПТС. Структура и свойства элементарной ПТС изменяются в процессе строительства с изменением вида (набора), интенсивности и режима управляющих взаимодействий (с увеличением нагрузки от строящегося сооружения, изменением температурного режима, условий фильтрации и т. д.). Структуру ПТС можно считать сформировавшейся только спустя некоторое время после завершения строительства сооружения.

В режиме функционирования элементарных ПТС, так же как и в режиме природных систем, можно выделить две стадии. Первая — стадия неустановившегося режима ПТС — охватывает период от начала строительства до некоторого момента времени после его завершения. Последний момент времени отвечает такому состоянию геологической среды внутри СВ, которое характеризуется как условно стабильное. Завершение периода развития ПТС, которому свойствен неустановившийся режим, фиксируется по времени относительной стабилизации инженерно-геологических процессов, расчет которых производился при проектировании ПТС. Например, для ПТС «промышленное здание — основание» момент времени, отвечающий завершению консолидации грунтов в основании сооружения (затуханию осадки), можно считать моментом окончания неустановившегося режима. Для ПТС «водохранилище — геологическая среда» момент завершения неустановившегося режима соответствует достижению конечной величины переработки и формированию профиля равновесия берегового склона. Неустановившийся режим ПТС характеризуется сравнительно высокими скоростями изменения структуры и свойств сферы взаимодействия с сооружением, большей скоростью и интенсивным проявлением инженерно-геологических процессов. В ходе функционирования ПТС постепенно переходит от неустановившегося режима к установившемуся, при котором инженерно-геологические процессы достигают стадии относительной стабилизации. Стадия относительной стабилизации инженерно-геологического процесса отвечает такому характеру движения ПТС, при котором режим управляющих взаимодействий становится стационарным или периодическим и естественные причины (природные процессы) начинают существенно влиять на характер взаимодействий между естественными и искусственными элементами ПТС. Так, например, режим фильтрации воды в основании плотины в стадии относительной стабилизации будет периодическим, так как он определяется уровнем режимом водохранилища.

В зависимости от характера хозяйственной деятельности формируются элементарные ПТС различной сложности, объема и режима. Их сферы взаимодействия имеют различные структуру и свойства. Строение сферы взаимодей-

ствия определяют: 1) сооружение (комплекс сооружений), его назначение, конструкция, размеры и конфигурация; 2) структура и свойства геологической среды и особенности ее движения под влиянием возмущающих и управляющих взаимодействий; 3) способы ведения строительных (горных) работ, в частности технологию добычи полезных ископаемых. Назначение сооружения, его конструкция и режим работы предопределяют набор и характер управляющих взаимодействий, а значит набор типичных для этого класса ПТС инженерно-геологических процессов.

Агентами инженерно-геологических процессов являются элементы подсистемы «сооружение», а входами подсистемы СВ — компоненты геологической среды, с которыми непосредственно взаимодействует сооружение.

Управляющие взаимодействия реализуются в ходе преобразования человеком геологической среды при строительстве сооружений, добыче полезных ископаемых, мелиорации земель.

Во всех этих видах деятельности осуществляются следующие процессы:

- разработка масс геологической среды на поверхности земли или на некоторой глубине (при устройстве строительных котлованов и выемок, строительстве карьеров, шахт, рудников, выемок подземных сооружений);
- добыча жидких и газообразных полезных ископаемых, в том числе извлечение полезных компонентов геотехнологическим способом;
- понижение (повышение) уровня грунтовых вод или пьезометрического напора;
- нагружение геологической среды в результате строительства сооружений и водохранилищ;
- увлажнение или осушение почв и пород зоны аэрации при сельскохозяйственной мелиорации;
- механическое уплотнение и введение различных компонентов в геологическую среду с целью изменить ее свойства (техническая мелиорация грунтов);
- теплообмен, обусловленный градиентом температур на границе подсистем «сооружение» и «геологическая среда» (учитывается при строительстве сооружений на многолетнемерзлых породах);
- колебательные движения геологической среды, вызванные работающими механизмами и взрывами.

Перечисленные процессы реализуются в виде физических, механических, физико-химических, химических взаимодействий, результатом которых являются инженерно-геологические процессы.

Управляющие взаимодействия вызывают локализованные пределами СВ изменения в структуре естественных физических полей, прежде всего полей напряжений, температурного, гидродинамического, гидрогеохимического и др.

В полях возникают положительные или отрицательные аномалии или даже локальные разрывы непрерывности. При этом градиенты полей резко возрастают и в областях максимальных градиентов идут процессы — компоненты инженерно-геологических процессов. Так как управляющие взаимодействия по существу идентичны возмущающим, то практически каждому природному экзогенно-геологическому процессу (ЭГП) можно найти искусственный аналог — инженерно-геологический процесс. Инженерно-геологические процессы принципиально ничем не отличаются от природных ЭГП, отличие только во внешних причинах. Инженерно-геологические процессы вызваны искусственно, ЭГП развиваются во внешней среде естественным образом.

В последние годы при технической мелиорации в ряде случаев используются искусственные материалы, не встречающиеся в природе. Это обуславливает формирование элементов СВ с существенно иными свойствами, нежели свойства естественных элементов геологической среды. Соответственно, процессы функционирования таких элементов геологической среды не имеют аналогов среди природных процессов.

Управляющие взаимодействия по отношению к пространству и времени подобны возмущающим. Они также делятся на сосредоточенные (таких подавляющее большинство) и распределенные, импульсные, периодические и непрерывные. Управляющие взаимодействия реализуются в виде процессов преобразования геологической среды, которые являются внешней причиной инженерно-геологических процессов. Энергия, затрачиваемая человеком на эти процессы, в итоге представляет собой энергию солнца или внутреннюю энергию земли (ядерная энергия).

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Формирование ПТС.
- 2) Функционирование ПТС.
- 3) Режимы функционирования ПТС.
- 4) Управляющие взаимодействия, их классификация, реализация.

## 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся в бакалавриате и специалитете / В. М. Минько, И. Ж. Титаренко, Н. А. Евдокимова [и др.] ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 379, [1] с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 377 (17 назв.) [3].

2. Проблемы социокультурного и экономического развития Калининградской области: истор. аспект : коллектив. монография / Санкт-Петербург. ун-т технологий упр. и экономики, Калинингр. ин-т экономики ; под ред. В. А. Шахова. - Калининград : [б. и.], 2019. - 4,34 Мб : табл., рис. [4].

3. Поляков, Руслан Константинович. Институциональное управление: регионально-отраслевой подход : монография / Р. К. Поляков, Т. Е. Степанова, Н. В. Манохина ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 242, [1] с. : рис., табл. [5].

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Чем природно-техническая система отличается от природной?
- 2) Что следует считать управляемыми системами и управляющими взаимодействиями?
- 3) Какие стадии выделяют в режиме функционирования элементарных ПТС?
- 4) Чем характеризуется неустановившийся режим ПТС?
- 5) Как влияет характер хозяйственной деятельности на формирование элементарных ПТС?
- 6) Инженерно-геологические процессы являются результатом взаимодействий каких процессов?
- 7) Перечислите главные процессы хозяйственной деятельности и виды взаимодействия.
- 8) Как реализуются управляющие взаимодействия?

### **Практическое занятие 4**

**Тема:** Принципы оптимизации ПТС и управление ее функционированием

**Форма проведения занятия** – семинар

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1,5].

При любой хозяйственной деятельности человек стремится улучшить производственный процесс. Это полностью относится и к процессам взаимодействия с литосферой. К числу задач оптимизации таких процессов, представляющих интерес для инженерной геологии, следует отнести следующие.

1. Планирование хозяйственного освоения территории.
2. Выбор местоположения строительных площадок или мест осуществления другой хозяйственной деятельности.
3. Обеспечение оптимальной компоновки сооружений на выбранном участке (установление мест предполагаемого строительства конкретных сооружений).
4. Оптимизация проектируемой ПТС, состоящая в оптимизации предполагаемых инженерно-геологических процессов.
5. Оптимизация работ по строительству сооружений, в частности процессов взаимодействия с геологической средой.

6. Оптимизация управления ПТС и, следовательно, оптимизация управления процессами взаимодействия ее подсистем «сооружение» и «геологическая среда».

7. Оптимизацию взаимодействия человека с геологической средой при учете влияния его хозяйственной деятельности на другие среды (проблема рационального использования и охраны природы).

Для решения перечисленных задач требуется инженерно-геологическая информация, целевое назначение которой можно пояснить следующей логической цепочкой: *инженерно-геологическая информация* → *инженерно-геологический прогноз* → *оптимизация элементов будущей ПТС* (и их взаимодействий) при ее проектировании, *оптимизация строительства* ПТС или *оптимизация управления* существующей ПТС в процессе ее эксплуатации. Инженерно-геологический прогноз разрабатывают на основе инженерно-геологической информации и информации технического и технологического характера (о параметрах проектируемого сооружения, составе и режиме будущих управляющих взаимодействий). Однако для выявления роли инженерно-геологической информации в процессах хозяйственной деятельности в приведенной логической схеме можно ограничиться только инженерно-геологической информацией. Задачи оптимизации решаются на базе прогноза структуры и свойств геологической среды и процессов ее эволюции, а прогноз требует инженерно-геологической информации.

Обычно говорят о проектировании сооружения, хотя точнее было бы говорить о проектировании ПТС. Основная цель, которую преследует проектировщик, всегда заключается в оптимизации проектирования ПТС, главным образом в оптимизации подсистемы «сооружение» (компоновка, типы, конструкции, способы производства работ).

В ходе проектирования он опирается на инженерно-геологическую информацию и информацию экономического, технического и технологического характера, учитывает свойства геологической среды (подсистемы СВ), особенности ее движения и технические характеристики (свойства) будущего сооружения. При этом обе подсистемы элементарной ПТС являются объектом проектирования. Не только сооружение «приспосабливается» по параметрам к предполагаемой СВ, но и в случае необходимости проектируется изменение свойств литосферы в границах СВ (уплотнение, осушение, закрепление откосов, устройство противofильтрационных завес и т. п.). Таким образом, геологическая среда (в рамках СВ) «подгоняется» под конструкцию будущего сооружения на основе соответствующих экономических оценок.

Предполагается, что будущая ПТС должна функционировать в оптимальном режиме, т. е. в таком, при котором процессы взаимодействия ее подсистем, реализующиеся как инженерно-геологические процессы, не выходят за рамки,

предусмотренные заранее и учтенные в проекте (величины осадок, период консолидации, фильтрационные расходы и т. д.). Таким образом, сущность оптимизации ПТС при проектировании заключается в том, чтобы сооружение при заданных параметрах (мощность, объем продукции и т. д.) было наиболее дешевым и экономичным в эксплуатации и, чтобы учитывались требования к охране окружающей среды (экологическая проблема). Это достигается, в частности, тем, что СВ должна иметь минимальный объем и наиболее простую структуру (набор инженерно-геологических процессов, учитываемых при проектировании, и интенсивность их проявлений должны быть наименьшими). Строительство ПТС в большинстве случаев включает процессы взаимодействия человека с геологической средой, приводящие к изменению структуры и свойств подсистемы СВ. Это процессы глубинного водопонижения, осушения, обводнения, изменения напряженного состояния геологической среды, обусловленного его разгрузкой в строительных выемках, и др. Эксплуатация ПТС тоже предусматривает оптимизацию управления инженерно-геологическими процессами. Таким образом, при проектировании, строительстве и эксплуатации ПТС имеется в виду не только собственно сооружение как таковое, а сооружение плюс геологическая среда в контурах СВ, т. е. обе подсистемы элементарной ПТС.

Последовательность операций по управлению ПТС следующая: 1) производство инженерно-геологической информации (в процессе инженерно-геологических изысканий); 2) разработка инженерно-геологического прогноза; 3) проектирование мероприятий по управлению ПТС (проектирование управляющих взаимодействий); 4) осуществление мероприятий по управлению ПТС (реализация управляющих взаимодействий).

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Принципы оптимизации ПТС
- 2) Проектирование и строительство ПТС.
- 3) Управление ПТС.

## 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Н. В. Косолапова, Н. А. Прокопенко ; под ред. Э. А. Арустамов. - 25-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2023. - 446 с. : ил., табл., схем. [1].
2. Поляков, Руслан Константинович. Институциональное управление: регионально-отраслевой подход : монография / Р. К. Поляков, Т. Е. Степанова, Н. В. Манохина ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 242, [1] с. : рис., табл. [5].

#### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что понимают под оптимизацией ПТС?
- 2) Каковы задачи оптимизации ПТС?
- 3) Что следует учитывать при проектировании ПТС?
- 4) Какова последовательность операций по управлению ПТС?

### **Практическое занятие 5**

**Тема:** Прогноз функционирования ПТС

**Форма проведения занятия** – семинар

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1,3-5].

Для управления ПТС нужно располагать прогнозом ее функционирования (инженерно-геологическим прогнозом, если речь идет о СВ). Прогнозирование поведения элементарных ПТС заключается в расчете инженерно-геологических процессов теми или иными способами. Мероприятия по управлению региональной ПТС являются, мероприятиями, направленными на рациональное использование и охрану окружающей среды, в том числе геологической.

Сфера взаимодействия элементарной ПТС представляет собой комплекс инженерно-геологических тел, статистически однородных по показателям свойств грунтов, используемых в расчетах. Вследствие этого для СВ расчет инженерно-геологических процессов может осуществляться детерминированными методами. Области взаимодействия локальных и региональных ПТС, как правило, представляют собой неоднородные литосистемы, функционирование которых обусловлено разнообразными, нередко не поддающимися учету прямыми и косвенными управляющими взаимодействиями (сосредоточенными и распределенными), распределяемыми в пространстве неравномерно. Они накладываются на возмущающие взаимодействия, с которыми связан естественный геологический процесс.

В этой ситуации с целью прогноза локальной и региональной ПТС можно воспользоваться стохастическими методами. Для управляемых систем со сложным режимом функционирования в кибернетике, в рамках теории управления, разработаны методы прогноза, основанные на модели «черного ящика». Сущность модели состоит в том, что она не требует познания механизма, управляющего движением системы. Предсказать поведение системы можно, исследуя входные взаимодействия и ставя им в соответствие выходные параметры.

Прогноз поведения литосистем, составляющих область взаимодействия локальной и региональной ПТС, требует оценки входных и выходных взаимодействий в разные моменты времени. Получив данные о взаимодействиях и из-

мерив соответствующие показатели, характеризующие литосистему в некоторый момент времени, устанавливают параметры ее состояния в этот момент времени. В многомерном пространстве параметров состояния (в пространстве состояний систем) параметры состояния (координаты) дают одну изображающую точку, описывающую состояние прогнозируемой системы в этот момент времени. Набор изображающих точек в пространстве состояний образует случайную последовательность, которую можно аппроксимировать функцией. Она называется траекторией или функцией движения системы. Инженерно-геологический прогноз сводится к экстраполяции функции движения литосистемы на заданный момент будущего времени. Траектория литосистемы, как правило, содержит неслучайную, коррелированную по физическому времени компоненту и нередко квазипериодическую компоненту. Математический аппарат прогнозирования предусматривает оценку дисперсии, вероятности и заблаговременности прогноза. Рассмотренный метод применим для прогноза функционирования квазиоднородной литосистемы. Неоднородные системы, к которым чаще всего принадлежат области взаимодействия локальных и региональных ПТС, должны быть предварительно разбиты на квазиоднородные области. Результаты прогноза в этом случае представляют собой пространственно упорядоченную композицию оценок прогноза, отражающую структуру неоднородной литосистемы, определяемую отношением квазиоднородных областей.

Для прогноза функционирования локальной и региональной ПТС необходимо располагать данными измерений координат литосистемы в последовательные моменты времени, т. е. данными режимных наблюдений за изменением инженерно-геологических условий в пределах границ ПТС. Управление литосистемой требует информации, с помощью которой разрабатывают инженерно-геологический прогноз. Далее на основании прогноза проектируют мероприятия по управлению ПТС и, наконец, реализуют эти мероприятия в процессе управления.

Главнейшей целью проблемы рационального использования и охраны окружающей среды является оптимизация управления ПТС всех уровней. Оптимизация управления достигается в том числе и на базе прогноза инженерно-геологических условий. Прогноз требует информации о режиме функционирования литосистемы в физическом времени и о режиме инженерно-геологических условий. Получение подобной информации требует создания службы режимных наблюдений, которая (совместно с подразделениями, разрабатывающими прогноз) в литературе нередко обозначается термином «литомониторинг». Литомониторинг является составной частью, блоком мониторинга окружающей среды.

Под литомониторингом понимают систему режимных инженерно-геологических наблюдений и инженерно-геологического прогноза. Система

включает подсистему режимных инженерно-геологических наблюдений и инженерно-геологического прогноза. В организационном отношении подсистема режима представляет собой организованное по типу гидрометеослужбы подразделение, располагающее сетью станций, местоположение которых научно обосновано и отражает пространственную структуру ПТС. Станции ведут наблюдения за режимом инженерно-геологических условий по единой методике; представляют в научный центр одинаково обработанную стандартную информацию (заданного качества); обладают правом контроля за деятельностью организации в части осуществляемых ими процессов взаимодействия с геологической средой и соответствующими административными функциями.

Пространственно-временная структура подсистемы режима должна отражать: пространственную структуру управляющих и возмущающих взаимодействий и их временной режим; свойства геологической среды — компоненты инженерно-геологических условий, изменяющиеся в процессе взаимодействий. Режим изменения инженерно-геологических условий определяется не только режимом внешних взаимодействий (в том числе взаимодействий с искусственной средой), но и режимом взаимодействий внутри геологической среды (режимом природного геологического процесса). Вследствие этого разработка пространственно-временной структуры подсистемы режима (сети станций и методики изучения режима) представляет собой сложную проблему инженерной геологии. Решить ее возможно на основе инженерно-геологической типизации территории (выделение областей, квазиоднородных по инженерно-геологическим условиям и режиму); разработке теорий взаимодействий геологической среды с другими средами и теории временной изменчивости компонентов инженерно-геологических условий; исследования набора и характера главных взаимодействий, существенно сказывающихся на эволюции геологической среды. Подсистема прогноза должна представлять собой научный центр, располагающий средствами получения информации, банком режимной инженерно-геологической информации и вычислительным центром. Такой центр разрабатывает и корректирует выданные ранее инженерно-геологические прогнозы, разрабатывает рекомендации по управлению ПТС. В научно-методическом отношении он руководит подсистемой режима, выдает прогнозы и рекомендации планирующим органам и организациям, занимающимся проектированием мероприятий по рациональному использованию и охране геологической среды. Центр должен быть связан с организациями, занимающимися рациональным использованием и охраной других природных ресурсов.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Прогноз функционирования ПТС.
- 2) Проблемы рационального использования и охраны окружающей среды.
- 3) Понятие литомониторинга.

### 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Н. В. Косолапова, Н. А. Прокопенко ; под ред. Э. А. Арустамов. - 25-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2023. - 446 с. : ил., табл., схем. [1].

2. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся в бакалавриате и специалитете / В. М. Минько, И. Ж. Титаренко, Н. А. Евдокимова [и др.] ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 379, [1] с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 377 (17 назв.) [3].

3. Проблемы социокультурного и экономического развития Калининградской области: истор. аспект : коллектив. монография / Санкт-Петербург. ун-т технологий упр. и экономики, Калинингр. ин-т экономики ; под ред. В. А. Шахова. - Калининград : [б. и.], 2019. - 4,34 Мб : табл., рис. [4].

4. Поляков, Руслан Константинович. Институциональное управление: регионально-отраслевой подход : монография / Р. К. Поляков, Т. Е. Степанова, Н. В. Манохина ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 242, [1] с. : рис., табл. [5].

### 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) В чем заключается прогнозирование поведения элементарных ПТС?
- 2) На что направлены мероприятия по управлению региональной ПТС?
- 3) Что представляет собой сфера взаимодействия элементарной ПТС?
- 4) Какими методами можно воспользоваться для прогноза локальной и региональной ПТС?
- 5) Какова главная цель рационального использования и охраны окружающей среды?
- 6) Что понимают под литомониторингом?

### Практическое занятие 6

**Тема:** Прогноз функционирования ПТС

**Форма проведения занятия** – семинар

#### 1. Методические рекомендации по выполнению заданий

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [1,2,5].

Урбанизация – глобальный исторический процесс повышения удельного веса городского населения, а также создания и развития сложных систем инфраструктуры городов. Городской образ жизни сегодня как никогда популярен. По подсчетам Организации Объединенных Наций к 2030 году 80 % всего населения нашей планеты будут жить в городе. С одной стороны города будут переполнены, но, как и у любого эволюционного явления, есть и другая сторона.

Уже сегодня более половины жителей планеты живут в городах, и в большинстве случаев толчком для переезда в город стала не плохая жизнь в сельской местности или вынужденные переселения вследствие военных конфликтов или техногенных/природных катастроф, а именно положительные стороны урбанизации.

**Плюсы урбанизации Образование.** Именно в крупных городах и мегаполисах сосредоточено большое число академий и университетов, которые дают возможность получить образование, а в последствие и состояться в профессии, реализоваться и получать достойную оплату.

**Развитие рынка труда:** большее число вакансий, предложений и возможностей. Кроме того, мегаполисы – сосредоточение капиталов и потребителей, а значит, шансы открыть успешное предприятие повышаются.

**Квалифицированная медицинская помощь.** Разнообразие медицинских центров позволяет получать своевременную помощь и консультации.

**Общество в мегаполисе многообразно.** Это позволяет находить единомышленников и развивать интересные для себя (а может, и других) направления.

**Доступ к различным сервисам и развлечениям.** Развитая инфраструктура городов – возможность посещать интересные места (музеи, выставки, конференции), пользоваться оптимально подходящими службами доставки, такси, супермаркетами и многим другим.

**Минусы урбанизации.** Жизнь в городе комфортна и безопасна, пока не приходится столкнуться с главной проблемой – перенаселение. Созданные инфраструктуры рассчитаны на обслуживание определенного числа жителей, и если их количество резко возрастает, качество предоставляемых услуг снижается. В некоторых случаях городские власти не реагируют должным образом на изменения, что приводит к нарушению равновесия распределения населения на единицу площади, транспортным проблемам (пробки, загруженность общественного транспорта), шумовому загрязнению.

**Развитие жилищного комплекса** приводит к повышению плотности застроек. Кроме того, для жизнеобеспечения всех служб мегаполисов, крупные города поглощают самые привлекательные (плодородные и продуктивные) участки земли.

**Рост числа жителей – увеличение объемов потребления.** Для сельскохозяйственной промышленности ставится задача повышения урожайности, а это использование синтетических удобрений и пестицидов. Плодородные земли отравляются тяжелыми металлами и химическими соединениями.

Также на нужды горожан и для функционирования всех систем города развивается промышленный комплекс (предприятия, заводы), которые несут с собой не только готовую продукцию для потребителя, но и отходы, вредные

выбросы (диоксид азота, сероводород, озон, предельные углеводороды), токсины. Для многих мегаполисов смог стал привычной картиной. Это настоящая экологическая проблема города и всей планеты.

Всемирная Организация Здравоохранения предупреждает и о вреде здоровью, который несет с собой урбанизация. Одна из самых крупных проблем — это большое потребление и загрязнение предприятиями водоемов с пресной водой, как следствие миллионы людей ежедневно сталкиваются с дефицитом чистой воды.

Изменения образа жизни (в большинстве случаев – сидячий), в сочетании с неправильным питанием приводит к ожирению, неинфекционным болезням (диабет, сердечно-сосудистые патологии).

Угрожает урбанизация и этническому разнообразию, культуре, традициям и обычаям коренных поселений, стирая различия между жителями одного города, навязывая «правила» поведения, выбор одежды, досуга.

Положительные и отрицательные последствия урбанизации являются комплексным отражением процесса, указывающим на его несовершенство, а также необходимость контроля через государственную политику сбалансированности расселения.

Комплексный характер влияния неблагоприятных экологических факторов на население городов.

Влияние загрязнения городской среды на здоровье населения.

Неблагоприятные факторы окружающей среды оказывают на человека комплексное, комбинированное и сочетанное действие. В результате снижается иммунный потенциал человека, возрастает специфическая (аллергической, канцерогенной этиологии), и неспецифическая заболеваемость населения, выражающаяся в изменении устойчивости организма к воздействию других факторов, в нарушении восстановительных процессов, психо - эмоциональных нарушениях из-за невозможности организации здорового образа жизни.

Качество жизни является показателем, включающим в себя экологическую безопасность и медицинские аспекты, социально экономическое положение человека, жилищные условия, материальное благополучие, здоровый образ жизни и рациональное питание, воспитание и образование и многое другое.

Комплексная оценка химического воздействия на население с применением модуля социально-гигиенического мониторинга и анализом многокомпонентных показателей (медь, свинец, кадмий, марганец, никель, цинк, хром) позволила выявить региональные закономерности путей поступления веществ в организм, установить суммарную нагрузку по фактическому содержанию элементов, определяемых загрязнением воздуха, почвы, питьевой воды, воды водных объектов и продуктов питания.

Комплексная оценка состояния здоровья населения региона может являться реальным инструментом анализа разнородных данных, объединяющим параметры окружающей среды и состояния здоровья. Данная методика, основанная на определении доли вклада отдельных факторов в динамику тех или иных негативных тенденций, может обеспечить выбор наиболее эффективных мер их предупреждения и нейтрализации.

В результате интенсивного антропогенного воздействия в городах, и прежде всего в крупных, образуется новая жизненная сфера, которая по многим параметрам жизнедеятельности не соответствует человека. В целом, кризисный характер взаимоотношений городов с окружающей средой можно определить как несоответствие масштабов урбанизации и индустриализации масштабам природоохранных мер по предотвращению и нейтрализации вредных экологических последствий.

Загрязнение окружающей среды оказывает влияние на здоровье человека самыми разнообразными путями и практически может воздействовать через все сферы контакта человека с ней. Атмосфера и гидросфера – наиболее подвижные среды и распространение через них загрязнения, особенно его химическими элементами, осуществляется значительно активнее, чем через биосферу.

В последние годы внимание ученых всех стран мира все больше привлекают изменения погодных условий и нередко связанные с ними загрязнения атмосферного воздуха, представляющие значительный риск для здоровья населения. Так, при повышенной температуре воздуха отмечается заметный рост концентрации химических веществ, типичных для загрязнения атмосферного воздуха крупных городов.

Загрязненность окружающей среды городов токсическими веществами ведет к обострению многих хронических болезней, прежде всего сердечно-сосудистых и легочных (атеросклероз, туберкулез, хронический бронхит, пневмония, рак легкого, бронхиальная астма и др.), заболеваниям нервной и иммунной систем, желудочно-кишечного тракта и др.

В экологически неблагоприятных районах, городах с большой концентрацией химических производств, происходит резкое снижение рождаемости, повышение уровней смертности от врожденных аномалий и опухолей, рост инвалидизации населения. Показатели смертности и инвалидности являются определяющими для характеристики здоровья населения, так как характеризуют ущерб здоровью вследствие безвозвратных потерь (убыль населения и потери трудоспособности). Это наиболее объективные показатели здоровья.

Рост смертности от болезней органов дыхания особенно отчетливо связан с увеличением в атмосферном воздухе взвешенных частиц с диаметром менее 10 мкм, которые способны вызывать множество неблагоприятных эффектов на здоровье в зависимости от их химического состава и дисперсности.

Рядом авторов отмечается обострение симптомов со стороны верхних дыхательных путей (ринорея, кашель, чувство жжения) у детей с ростом уровня содержания твердых частиц в воздушном бассейне. Установлена зависимость и в отношении связи возрастания заболеваемости детей острым бронхитом с увеличением показателей загрязнения воздуха взвешенными веществами в жилых районах. При сопоставлении заболеваемости взрослого населения пневмонией, астмой, ишемической болезнью сердца в различных по степени загрязненности промышленных городах был зарегистрирован отчетливый параллелизм между ростом указанных заболеваний и выраженностью загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами и диоксидом серы.

Изучение заболеваемости острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей у детей на загрязненных территориях позволило выявить выраженную связь их с загрязнением атмосферного воздуха диоксидом серы, диоксидом азота, пылью, оксидом углерода. Высокая заболеваемость детей связана, видимо, не только с раздражающим действием на слизистую оболочку органов дыхания вредных примесей, превышающих ПДК, но и с общим понижением сопротивляемости организма к вредным внешним воздействиям. Отмечено, что болезни органов дыхания занимают первое место в структуре общей заболеваемости населения в городах, атмосферный воздух которых наиболее загрязнен формальдегидом, диоксидом азота, сернистым ангидридом и др.

При изучении репродуктивного здоровья женщин, проживающих условиях, где загрязненность атмосферного воздуха в десятки раз превышает санитарные нормы по таким веществам, как пыль, окись углерода, сернистый ангидрид, окись азота, указано, что частота самопроизвольных прерываний беременности у женщин составляет 27,7% (10,4 в контроле).

Отмечается высокий уровень загрязнения питьевой воды летучими хлорорганическими соединениями, обладающими мутагенной и канцерогенной активностью. Присутствие хлорорганических соединений в воде связано с процессами избыточного хлорирования, а также с поступлением хлорсодержащих стоков от химических заводов, производств бумаги и целлюлозы.

Содержание в питьевой воде железа в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы, может обуславливать повышенную вероятность (от 1,2 до 2,6 раз) возникновения хронических неспецифических заболеваний крови, кожи, слизистых оболочек, иммунной системы. Повышенное содержание в питьевой воде нитратов увеличивает вероятность хронических неспецифических заболеваний крови и ССС.

Медико-демографические показатели здоровья населения.

Проблема сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни человека всегда являлась и продолжает оставаться одной из самых важных и актуальных в биологии и медицине проблем. Результаты эпидемиологических

наблюдений и статистических исследований последних двух-трех десятилетий, свидетельствуют о резком замедлении прогресса в увеличении продолжительности жизни населения индустриально развитых стран Европы и значительном увеличении случаев таких заболеваний, которые 30-40 лет назад встречались гораздо реже, чем в настоящее время.

Демография – наука о населении. В ее предмет и задачи входят изучение:

- численности, состава (по возрасту, полу, профессиональным, социальным и другим признакам),
- механического (миграции) и естественного движения (рождаемости, смертности и других процессов, определяющих воспроизводство населения),
- территориального размещения и других признаков в связи с социально-экономическим, политическими, экологическими и другими факторами условий и образа жизни людей.

Медицинская демография изучает демографические процессы и явления и их воздействие на состояние здоровья и здравоохранение, медико-демографические аспекты общественного здоровья и здравоохранения, т.е. находится на стыке общей демографии и науки об общественном здоровье и здравоохранении.

К основным медико-демографическим показателям относятся:

- заболеваемость,
- детская смертность,
- медико-генетические нарушения,
- специфическая и онкологическая заболеваемость.

Показатели рассчитываются по данным за 10 лет и (или) рассматривается их динамика за этот период.

Заболеваемость населения – это статистический показатель, позволяющий получить полноценную картину заболеваемости.

Причины заболеваемости населения:

1. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на уровень заболеваемости населения урбанизированных территорий
2. Влияние на состояние здоровья человека качества питания
3. Состояние здоровья населения территорий, подверженных радиоактивному загрязнению.

С целью оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения используются ряд показателей: косвенные (показатели смертности по отдельным классам болезней, детская и перинатальная смертность); заболеваемость по обращаемости; распространенность острых респираторных и хронических неспецифических заболеваний органов дыхания; гармоническое развитие детей.

Имеющиеся данные на протяжении длительного времени о влиянии загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья позволили сделать следующие выводы:

- соблюдение ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не оказывает негативного влияния на состояние здоровья чувствительных групп населения (детей);

- длительное превышение ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в 2 - 4 раза может привести (или сопровождаться) изменениями в состоянии здоровья по отдельным функциям у чувствительных групп населения;

- длительное превышение ПДК загрязняющих веществ, и их комбинаций, в атмосферном воздухе в 5-10 раз приводит к наиболее вероятному риску ухудшению в состоянии здоровья самых чувствительных групп населения (дети, пожилые) на фоне роста болезненности всех групп населения.

Одной из важных этиологических причин возникновения многих видов патологии является существенное изменение структуры и качества питания населения. Считается, что не менее 50 % случаев рака у женщин и 33 % у мужчин обусловлены непосредственно фактором питания. Население стран с наибольшей распространенностью этого вида патологии в среднем употребляет на 29 % больше жиров, на 320 % больше белков и, по крайней мере, в 2 раза меньше клетчатки (диетических волокон), чем население стран, где заболеваемость раком наименьшая. Выраженный дефицит клетчатки в рационе, как полагают многие исследователи, является одной из важнейших причин возникновения многих заболеваний.

Был выявлен дефицит в питании населения минеральных веществ, в частности, кальция и железа. В последние годы ряд крупных ученых считают, что эти дефекты питания резко повышают риск развития атеросклероза, гипертонической болезни, многих видов патологий костно-мышечного аппарата, анемии. Имеющиеся в литературе данные позволяют по-новому взглянуть и на роль соединительной ткани в питании человека.

Существенное место среди факторов риска возникновения болезней цивилизации занимает проблема пищевого белка. Как недостаток, так и избыток его отрицательно действует на состояние здоровья человека. Причем следует иметь в виду, что белки невысокого качества, утилизируясь лишь частично, могут приводить к повышенным нагрузкам на метаболические системы организма за счет необходимости утилизировать (перерабатывать до конечных продуктов распада) "лишний" белок. Это, в свою очередь, создает в крови повышенный пул белковых тел, который, вероятно, может оказывать отрицательное влияние на стенки кровеносных сосудов, что, в частности, является одним из пусковых механизмов в патогенезе их атеросклеротического поражения.

На территориях, подверженных радиоактивному загрязнению, состояние здоровья населения требует долгосрочного углубленного изучения. В последние годы резко обострилась проблема борьбы с эндокринными заболеваниями в районах, пострадавших от аварий на Чернобыльской АЭС, которые достигают 70 % патологии населения.

Повреждения, вызываемые большими дозами облучения, обыкновенно проявляются в течение нескольких часов или дней. Раковые заболевания, однако, проявляются спустя много лет после облучения - как правило, не ранее чем через одно-два десятилетия. А врожденные пороки развития и другие наследственные болезни, вызываемые повреждением генетического аппарата, по определению проявляются лишь в следующем или последующих поколениях: это дети, внуки и более отдаленные потомки индивидуума, подвергшегося облучению.

Красный костный мозг и другие элементы кроветворной системы наиболее уязвимы при облучении и теряют способность нормально функционировать; уже при дозах облучения 0,5-1 Гр. К счастью, они обладают также замечательной способностью к регенерации, и, если доза облучения не настолько велика, чтобы вызвать повреждения всех клеток, кроветворная система может полностью восстановить свои функции. Если же облучению подверглось не все тело, а какая-то его часть, то уцелевших клеток мозга бывает достаточно для полного возмещения поврежденных клеток.

Репродуктивные органы и глаза также отличаются повышенной чувствительностью к облучению.

Восемь основных советов, как оставаться здоровым и предотвратить рак: не курить, поддерживать здоровый вес, регулярно заниматься физической культурой, есть здоровую пищу, употреблять алкоголь в умеренном количестве, защищаться от воздействия солнца, защищаться от инфекций, передающихся половым путем и регулярно проходить скрининговые тесты.

Диспансеризация населения представляет собой комплекс мероприятий, в том числе медицинский осмотр врачами нескольких специальностей и применение необходимых методов обследования, осуществляемых в отношении определенных групп населения. Основная цель диспансеризации заключается в раннем выявлении хронических неинфекционных заболеваний (состояний) и основных факторов риска их развития.

Детская смертность является показателем социального неблагополучия, неблагополучия здоровья населения. Если смертность в старческом возрасте является следствием физиологического процесса старения, то смертность детей есть явление патологическое.

Состояние здоровья населения оценивается в совокупности с критериями и показателями загрязнения окружающей среды: атмосферного воздуха, вод и почв.

Социо-психологические факторы городской среды. Взаимодействие человека с пространственно-предметной средой изучает обособленная отрасль психологической науки, которая получила наименование «средовой психологии». Изучение психологии городской среды – это комплексное исследование влияния среды города на развитие личности и формирование поведения его жителей. Актуальным становится всестороннее изучение как процесса формирования городской среды в результате человеческой деятельности, так воздействия городского пространства на личность горожан.

Анализ исследований позволил выделить нам три группы реакций в ответ на стрессогенное воздействие городской среды:

- Меняются состояния человека. Возникает тревога, фобии, апатия, депрессия. В результате информационных нагрузок и ощущения спешки возникают неврозы. Появляется деформация протекания когнитивных процессов (пренебрежение неглавной информацией, фильтрация и блокирование информации на входе, неспособность узнать большинство встречающихся людей). Усиливается чувство анонимности и обезличенности. Отсутствует сбалансированная физическая нагрузка, малоподвижный образ жизни, нарушенный режим сна и питания, злоупотребление фармакологическими препаратами негативно влияют на здоровье жителей.

- Меняются отношения с другими людьми. Появляется нечувствительность к проблемам других людей, усиливается чувство одиночества, доверительное личностное общение заменяется ролевым: в городе люди взаимодействуют в узкоспециализированных, функциональных рамках (клиент, пассажир). Время на отдельные контакты сокращается, нет желания вступать в контакт с незнакомыми людьми. Возникает конкурентная борьба за «минимальные выгоды» – пробки, очереди, толкучка.

- Меняется поведение людей. Повышается уровень агрессии, возникает вандализм, криминальное и зависимое поведение, которое выражается в злоупотреблении химическими веществами и другими видами зависимостей как желание избавиться от напряжения.

Городские стресс-факторы можно разделить на следующие группы:

- материальные стрессоры, в число которых входят шум, вибрация, загрязненность, запыленность и другие виды деформаций окружающей среды;
- влияние общей численности населения города;
- стрессовые факторы, связанные с перенаселённостью;
- влияние организации жизненного пространства города;
- архитектурное пространство города;

- интенсивная автомобилизация и городской транспорт;
- страх преступления как стресс-фактор городской среды.

При этом исследователи сталкиваются со сложностями при изучении влияния городских стресс-факторов на поведение людей, среди которых можно выделить такие, как: воздействие в комплексе с другими стимулами на человека; постоянные изменения (постоянно появляются новые переменные); действие может носить отсроченный характер; отсутствие стандартизированных методик изучения влияния стресс факторов городской среды.

Это обуславливает актуальность дальнейшего изучения городских стресс-факторов и их воздействие на поведение жителей мегаполиса.

Экологические права и обязанности жителя города. Экологические права жителя города:

1. Право на здоровую, красивую, разнообразную природу и ресурсы.
2. Право на здоровую, красивую, разнообразную и безопасную архитектурно ландшафтную среду города.
3. Право на чистые и разнообразные компоненты ландшафта - воду, воздух, почву, флору, фауну.
4. Право на этичное воспитание и образование.
5. Право на мирную жизнь.
6. Право на экологический красивый и здоровый район, дом, квартиру.
7. Право на экологически обоснованное качество и размер жилья.
8. Право на чистую пищу, на экологическое лечение.
9. Право на экологический и этичный труд на благо Земли.
10. Право на занятия искусством и спортом.
11. Право на развитие своих способностей в соответствии с целью жизни.
12. Право на отдых среди чистой и красивой природы.
13. Право на доступ к экологической информации.
14. Право на участие в принятии решений по созданию здоровых городов.

Экологические обязанности жителя города:

1. Здоровая личная жизнь в гармонии с собой, с обществом и природой.
2. Сохранение экологически обоснованной части природы Земли в естественном состоянии.
3. Сохранение природы страны, города.
4. Восстановление загрязненных ландшафтов.
5. Поддержание биологического разнообразия.
6. Поддержание экологического равновесия.
7. Экологизация широкого круга потребностей.
8. Экологизация потребления ресурсов.
9. Сохранение невозобновимых ресурсов для последующих поколений.
10. Экологизация всех направлений деятельности.

11. Предотвращение загрязнения природной среды.
12. Активное участие в создании красивых и здоровых городов.
13. Активное участие в создании красивого, озелененного, здорового дома.
14. Недопущение жесткого вмешательства в природу.
15. Исключение негативных аспектов искусственности среды и жизни.
16. Решение конфликтов путем переговоров.

Социально-экологический облик и структура урбанизированных территорий. Города во взаимодействии с окружающей природной средой превратились в сложную социально-экологическую систему, включающую в себя человеческое общество с застраиваемой средой и природную среду. В новую систему входят два основных компонента: социальный и экологический. Социальный компонент — это общество и все виды его деятельности; экологический компонент — это все виды природных территорий и природных ресурсов. Создание устойчивой социально экологической системы города, выдерживающей внешние и внутренние воздействия без изменения фундаментальных функций — это одна из важнейших задач обеспечения безопасности урбанизированных систем.

Высокое качество городской среды и прилегающей территории поддерживает экологическая инфраструктура. Ландшафтная архитектура решает задачи улучшения среды городов и пригородных территорий с помощью ландшафтов, с учетом пейзажных особенностей местности, она направлена на функционально-пространственную организацию городской среды, улучшение эстетического восприятия пейзажей.

Социально-экологическую структуру урбанизированных территорий составляют:

- устойчивое строительство и его экологические основы направлены на создание устойчиво развивающихся городов как социально-экологических систем;
- обеспечение устойчивости ландшафтов под воздействием загрязнений, проектирование ландшафтов с повышенной устойчивостью и сохранять ландшафтов с естественным биоразнообразием;
- стабильность и устойчивость экосистем обеспеченные высокими продуктивностью и скоростью обмена веществ и энергии, сложностью структуры и разнообразием трофических уровней, биоразнообразием;
- гигиенические основы здоровья человека и его реакции на действие многочисленных факторов урбанизированной и естественной сред в целях обеспечения экологически обоснованных условий, которые позволят сохранить и укрепить здоровье человека;

- инженерно-строительные основы, направленные на совершенствование методов строительства в целях внедрения малоотходных технологий, возобновимой энергетики, экономии энергии, совершенствования очистки выбросов, введения естественных технологий, экологических методов строительства;

- индустриальные и транспортные основы урбанизации — новые направления, ставшие актуальными в последние годы в связи с резким увеличением количества транспорта и «индустриальных перемещений» (переноса промышленных предприятий).

Рост численности городского населения. Наибольший рост городского населения приходится на регионы планеты, представленные развивающимися странами. В частности, в Азии ожидаемый прирост городских жителей составляет 1,8 млрд чел., в Африке - 0,9 млрд чел., в Латинской Америке и на островах Карибского моря - 0,2 млрд чел. соответственно. В развитых странах численность горожан будет расти незначительными темпами: с 2007 до 2050 ожидается ее увеличение на 200 млн человек. В целом, с 1950 по 2007 гг. включительно рост городского населения в среднем составил 2,6% в год. С 2007 по 2025 гг. его среднегодовой прирост ожидается в размере 1,8%, что может привести к удвоению числа городских жителей к 2030 г. С 2025 года ожидается снижение среднегодового прироста населения до 1,3%. Тем не менее, к 2050 году глобальный уровень урбанизации приблизится к 70%.

Интересно отметить неравномерную численность городских жителей в отдельных регионах Земли: больше всего горожан в странах Латинской Америки и Карибского бассейна. По абсолютной величине их численность приближается к величинам, характерным для более развитых стран. Но по состоянию на 2000 год численность населения городов в Африке и азиатских странах была практически вдвое меньше, чем в странах Латинской Америки и в более развитых странах. Но уже в 2005 году совокупное городское население Европы, Латинской Америки и стран Карибского бассейна, Северной Америки и Океании составляло 1,3 млрд чел. и было меньше, чем число горожан в Азии (1,6 млрд чел.), наименее урбанизированном, наряду с Африкой, регионе мира. А к 2050 году ожидается, что доля горожан в Азии и Африке будет близка к среднемировым показателям, причем в Азии будет сосредоточено более половины всех городских жителей Земли.

Состав населения в пределах каждой городской территории формируется в процессе естественной смены поколений и в результате влияния социально-экономических факторов. Рождаются, подрастают и включаются в состав определенных групп населения новые поколения; уходят из жизни представители поколения старших возрастов; происходят приток и отток жителей вследствие миграций. Таким образом, имеет место социальная и экономическая мобиль-

ность, в ходе которой человек может изменить образование, профессию, род занятий, квалификацию и место работы.

Городское население планеты будет расти не только за счет естественного прироста, но и благодаря миграции сельских жителей в города

В целом, доля населения крупных городов от общего населения мира увеличилась с 1,7% в 1860 году до 25% в 2000 году. Если в 1700 году в мире был 31 город с населением свыше 100 000 чел., то в 1800 году уже 65 городов, в 1850 году - 114, в 1900 году - 360, в 1950 году - 950, а в 1980 году - более 2000 городов. Не менее примечательно развитие городов «миллионеров». Если в 1800 году был только один город с числом жителей более 1 млн, то в 2000 году в мире насчитывалось свыше 220 таких городов. Больше половины (53%) населения 30 стран, входящих в состав Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), живет в 78 городах с числом жителей свыше 1,5 млн чел.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Воздействие городской среды на человека: положительные и отрицательные стороны жизни в городе.
- 2) Комплексный характер влияния неблагоприятных экологических факторов на население городов.
- 3) Экологические права и обязанности жителя города.
- 4) Социально-экологический облик и структура урбанизированных территорий.
- 5) Рост численности городского населения.

## 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Н. В. Косолапова, Н. А. Прокопенко ; под ред. Э. А. Арустамов. - 25-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2023. - 446 с. : ил., табл., схем. [1].

2. Региональные проблемы природно-техногенных систем: сб. науч. трудов / Калинингр. гос. техн. ун-т; редкол.: В. А. Наумов [и др.]. - Калининград: КГТУ, 2020. - 98, [1] с.: ил. [2].

3. Поляков, Руслан Константинович. Институциональное управление: регионально-отраслевой подход : монография / Р. К. Поляков, Т. Е. Степанова, Н. В. Манохина ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 242, [1] с. : рис., табл. [5].

## 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что называют урбанизацией?
- 2) Каковы положительные и отрицательные стороны урбанизации?
- 3) Как загрязнения городской среды влияют на здоровье населения?

- 4) Как называется наука о населении?
- 5) Какие показатели относятся к медико-демографическим?
- 6) Каковы причины заболеваемости населения?
- 7) Какие показатели могут использоваться для оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения?
- 8) Какие реакции возникают в ответ на стрессогенное воздействие городской среды?
- 9) На какие группы делятся городские стресс-факторы?
- 10) Каковы экологические права и обязанности жителя города?
- 11) Каковы компоненты социально-экологической системы, включающей в себя человеческое общество с застраиваемой средой и природную среду?
- 12) Что представляет собой социально-экологическая структура урбанизированных территорий?

## **Практическое занятие 7**

**Тема:** Роль зеленых насаждений в жизни городов

**Форма проведения занятия** – семинар

### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [3,6].

Природный каркас города. К зеленой инфраструктуре города относятся не только парки, бульвары и набережные. Это также озелененные территории дворов, школ, больниц, кладбищ, линий электропередач и других инженерно-технических зон, просто незастроенные резервные участки (пустыри). В общем, все зеленые территории, которые есть в городе. Возможно, в России скоро этот список пополнят территории зеленых крыш — большой резервный потенциал для города.

В конце 19 века Эбенизер Говард впервые сформулировал градостроительную концепцию. В 1898 году вышла его книга «Завтра» («Города-сады будущего»). В ней известный английский социолог высказал мысль, что мегаполис изжил себя и нет большого удовольствия и смысла жить в огромном, грязном и неудобном городе, если можно переехать в небольшой населенный пункт, практически — деревню, которая при этом сохраняет все лучшие черты мегаполиса.

Идея «города-сада» Э. Говарда, высказанная в конце XIX века, привела к тому, что на протяжении XX столетия архитекторы и градостроители так или иначе пытались воплотить её в жизнь.

Не реализовавшись в своей первозданной чистоте, она, тем не менее, оказала большое влияние на совершенствование планировочной структуры совре-

менных городов, предопределила повышенное внимание к развитию систем озеленения и решению экологических вопросов городской среды.

В России в практике советского градостроительства довольно много внимания уделялось озеленению городов. В этом русле и решались проблемы экологизации: генеральные планы Москвы, разработанные в 30-70-х гг. и реализующие концепцию «зелёных клиньев» на территории города, «водно-зелёный диаметр» города Минска и др. В Сибири реализован планировочный подход «город в лесу», среди них Новосибирский Академгородок, Усть-Илимск, Ангарск, Дивногорск и другие города.

Главной составляющей экологической инфраструктуры является система зелёных насаждений и акваторий города. Её можно так же обозначить термином «природный каркас».

Природный комплекс города – основной тип природной среды, с которой имеет повседневное общение каждый из горожан. Именно сам город должен давать человеку, особенно растущему человеку, доступную полноту непосредственного общения с природой.

Природный каркас должен быть составной частью системы жизнеобеспечения города. Это система – естественного типа в отличие от другой системы жизнеобеспечения – техногенного каркаса города. Во многом именно она должна отвечать за создание приемлемых с экологической точки зрения условий жизни в городе.

В природный каркас города должны входить парки, скверы, бульвары, сады, водоёмы и элементы гидрологической сети города.

В процессе формирования данной системы должно быть выполнено основное условие – обеспечена непрерывность природного каркаса в пространстве города и его связь с пригородными лесами и акваториями. В этом случае энергия, живое и неживое вещество (в том числе и сам человек) биогеценозов и урбоценозов смогут беспрепятственно циркулировать в пространстве города и за его пределами.

В настоящее время активно развивается лишь «техногенный каркас города» то есть инженерная и транспортная инфраструктуры. Эти искусственные по своему происхождению системы препятствуют формированию непрерывной экологической инфраструктуры, они расчлениают её на локальные фрагменты – «островки природы» в городе.

Потому именно от планировщиков-градостроителей во многом будет зависеть решение этой трудной и важной для экологии города задачи: как развести элементы природного и техногенного каркасов в пространстве города так, чтобы не происходило их взаимного пересечения на одном уровне.

Растительность в городе. Санитарно-гигиеническая и декоративно-прикладная роль растений.

Зеленые насаждения являются органической частью планировочной структуры современного города и выполняют в нем разнообразные функции.

Эти функции можно подразделить на две большие группы: санитарно-гигиенические и декоративно-планировочные.

Санитарно-гигиенические функции зеленых насаждений.

#### 1. Снижение запыленности и загазованности воздуха.

Зеленые насаждения очищают городской воздух от пыли и газов. Этот процесс происходит следующим образом. Загрязненный воздушный поток, встречающий на своем пути зеленый массив, замедляет скорость, в результате чего под влиянием силы тяжести 60—70% пыли, содержащейся в воздухе, оседает на деревья и кустарники. Некоторое количество пыли выпадает из воздушного потока, наталкиваясь на стволы, ветви, листья. Во время дождя эта пыль смывается на землю.

Под зелеными насаждениями вследствие разности температур, возникают нисходящие потоки воздуха, которые также увлекают пыль на землю.

Распространению или движению пыли препятствуют не только деревья и кустарники, но и газоны, которые задерживают поступательное движение пыли, перегоняемой ветром из разных мест.

Среди зеленых насаждений запыленность воздуха в 2—3 раза меньше, чем на открытых городских территориях. Древесные насаждения уменьшают запыленность воздуха даже при отсутствии лиственного покрова. В глубине зеленого массива, на расстоянии 250 м от его опушки, запыленность уменьшается в 2,5 раза.

Пылезадерживающие свойства различных пород деревьев и кустарников неодинаковы и зависят от морфологических особенностей листьев. Лучше всего задерживают пыль шершавые листья и листья, поверхность которых покрыта ворсинками, как у сирени. Если принять количество пыли, задерживаемой 1 см<sup>2</sup> поверхности листа тополя за 1, то количество пыли, удерживаемой таким же по площади листом клена остролистного, составит 2, сирени 3, вяза 6. Осевшая на листьях пыль, периодически смывается дождем, сдувается ветром, и листья вновь способны задерживать пыль.

#### 2. Газозащитная роль зеленых насаждений.

Зеленые насаждения значительно уменьшают вредную концентрацию находящихся в воздухе газов. Например, концентрация окислов азота, выбрасываемых промышленными предприятиями, снижается на расстоянии 1 км от места выбросов до 0,7 мг/м<sup>3</sup>, а при наличии зеленых насаждений до 0,13 мг/м<sup>3</sup>. Вредные газы поглощаются растениями, а твердые частицы аэрозолей оседают на листьях, стволах и ветках растений. Зеленые насаждения, расположенные на пути потока загрязненного воздуха, разбивают первоначальный концентрированный поток на различные направления. Таким образом, вредные выбросы

разбавляются чистым воздухом, и их концентрация в воздухе уменьшается. Следует отметить, что газозащитная роль зеленых насаждений во многом определяется степенью их газоустойчивости.

Подкормка азотными удобрениями, а также известкование, улучшающие водный режим почв, заметно повышают устойчивость растений к газам.

Особенностью зеленых насаждений является также то, что они в результате фотосинтеза поглощают из воздуха углекислый газ и выделяют кислород. В среднем 1 га зеленых насаждений поглощает в 1 ч 8 л углекислоты (т. е. столько, сколько углекислоты выделяют за это время 200 человек). Разные породы древесно-кустарниковых растений обладают неодинаковой интенсивностью фотосинтеза и поэтому выделяют различное количество кислорода. Дерево с большей лиственной массой выделяет больше кислорода.

Влияние зеленых насаждений на снижение концентрации газов в воздухе зависит и от плотности их посадки. Наблюдения показали, что среди плотных непродуваемых насаждений деревьев и кустарников, расположенных вблизи источников выбросов в атмосферу пыли и газов, создается застой воздуха, в результате чего возникают очаги повышенной концентрации загрязнений атмосферы. Поэтому вблизи источников выбросов следует создавать хорошо продуваемые насаждения в групповых ажурных посадках.

Зеленые насаждения могут защищать застройку от пыли и газов только в том случае, если они располагаются между источником загрязнения и застройкой.

### 3. Ветрозащитная роль зеленых насаждений.

В практике проектирования нередко возникает необходимость защиты городской застройки от неблагоприятных ветров. В этом случае поперек основного ветрового потока устраивают защитные полосы зеленых насаждений.

Защитная роль полос зеленых насаждений определяется их плотностью и расположением, а также типом застройки.

Ветрозащитными свойствами обладают зеленые насаждения даже сравнительно небольшой высоты и плотности посадки. Ветрозащитное влияние неширокой зеленой полосы, состоящей из восьми рядов деревьев высотой 15—17 м, отмечается на расстоянии 300—600 м. В этой зоне скорость ветра составляет 25—30% первоначальной. Установлено, что для снижения скоростей ветра достаточно наличие размещаемых на определенных расстояниях друг от друга зеленых полос шириной 20—30 м. В глубине леса на расстоянии 120—240 м наступает полный штиль. Наиболее эффективны ажурные защитные полосы, пропускающие сквозь себя до 40% ветра всего потока. Допускаются небольшие разрывы среди зеленых полос для проезда и проходов, которые практически не снижают ветрозащитных свойств зеленых насаждений. При большой величине защищаемого участка на нем равномерно располагают посадки ажурной кон-

фигурации так, чтобы они находились поперек ветрового потока, что способствует равномерному снижению скорости ветра на всем участке.

#### 4. Фитонцидное действие зеленых насаждений.

Большинство растений выделяет летучие и нелетучие вещества — фитонциды, обладающие способностью убивать вредные для человека болезнетворные бактерии или тормозить их развитие. Например, фитонциды дубовой листвы уничтожают возбудителя дизентерии. К числу ярко выраженных фитонцидных деревьев и кустарников относятся береза, дуб, тополь, черемуха. Известно более 500 видов деревьев, имеющих фитонцидные свойства.

Особенно много фитонцидов образуют хвойные породы; 1 га можжевельника выделяет в сутки 30 кг летучих веществ. Большое количество фитонцидов (20—25 кг) выделяют сосна и ель. Благодаря способности растений выделять фитонциды воздух парков содержит в 200 раз меньше бактерий, чем воздух улиц.

#### 5. Влияние насаждений на тепловой режим.

Температура воздуха среди зеленых насаждений, особенно в жаркую погоду, значительно меньше, чем на открытых местах. Зеленые насаждения, защищая почву и поверхности стен зданий от прямого солнечного облучения, предохраняют их от сильного перегрева и тем самым от повышения температуры воздуха. Например, температура воздуха в Москве над газоном на 4°С ниже, чем над асфальтовым покрытием тротуара. Температура воздуха внутри зеленого массива в среднем на 2—3°С ниже, чем внутри городского квартала.

Температура лесной почвы, как правило, ниже температуры окружающего воздуха.

Наиболее эффективно снижают температуру растения с крупными листьями, которые значительную часть энергии отражают, не поглощая, и таким образом способствуют снижению количества солнечной энергии. На озелененной территории солнечному нагреву подвергаются листья главным образом верхней части кроны деревьев и кустарников, а также газоны.

Наиболее высокие температуры воздуха характерны для центральных частей города, имеющих высокую плотность застройки и обширные поверхности улиц и площадей с асфальтовыми или другими твердыми покрытиями. Чем больше город, тем больше разница температур воздуха в городе на открытых местах и на озелененных территориях.

Смягчающее влияние на летний температурный режим зеленые насаждения оказывают и на ближайшие (в пределах 100 м) территории города. Выяснено, что в радиусе до 100 м вблизи зеленого массива температура воздуха на 1—1,5°С ниже, чем на удаленных от массива открытых местах, что связано с повышенной циркуляцией воздушных масс вблизи зеленых насаждений. Более теплый воздух на открытой территории поднимается вверх, и на его место по-

ступает более холодный из соседних зеленых массивов. На лужайках, окруженных со всех сторон высокими и плотными посадками, а также на широких аллеях, где расстояние между древесными породами не превышает двойную высоту деревьев, т. е. в случаях, когда имеются препятствия движению воздуха, температура может быть значительно выше, чем на открытых местах.

Зеленые насаждения оказывают большое влияние и на улучшение радиационного режима в городе. Напряжение общей радиации (прямой и рассеянной) на открытой городской территории в солнечные дни может достигать больших величин, а среди зеленых насаждений города это напряжение снижается в 7 раз. Сильно нагретые солнечными лучами стены зданий излучают значительные количества тепла и резко повышают радиационную температуру вблизи них: при расстоянии 3—4 м она достигает 60—73°C. Следовательно, дорожки и тротуары должны быть расположены не ближе 4 м от линии застройки. Оптимальным удалением является 8—12 м. Следует иметь в виду, что смягчающее действие зеленых насаждений на радиационный режим проявляется только в том случае, если обеспечивается проветривание участка.

В холодный период года поверхность древесных стволов сохраняет температуру. Это обстоятельство при определенной полноте древесных насаждений должно оказать умеряющее действие на зимний микроклимат, особенно в связи с затуханием ветра в зеленых массивах.

Эффективность воздействия зеленых насаждений на регулирование теплового режима в городе определяется следующим основным условием: зеленые насаждения должны образовывать систему, включающую все типы зеленых насаждений (посадки деревьев, кустарников, газоны), так как каждый из них выполняет определенные функции.

Радиус воздействия зеленых насаждений на окружающую застройку незначителен, поэтому необходимо, чтобы зеленые насаждения вводились непосредственно вглубь застройки. Оптимальными вариантами являются:

- размещение застройки среди зеленых насаждений;
- размещение зеленых насаждений в виде редких оазисов, характерное для старых, уже сложившихся городов, не отвечает современным требованиям;
- площадь зеленых насаждений в городах должна быть достаточно велика, так как в небольших скверах и парках температура и чистота воздуха практически не отличается от температуры и чистоты воздуха прилегающих к ним участков городской застройки;
- плотность посадок деревьев и кустарников должна обеспечивать затенение не менее 50% занимаемой территории.

6. Влияние зеленых насаждений на влажность воздуха.

Нагреваясь, поверхность листьев деревьев и кустарников испаряет в воздух большое количество влаги. Так, один хорошо развитый бук испаряет в день около 0,6 т воды.

Если принять относительную влажность на улице, равной 100%, то в жилом квартале с озеленением влажность будет составлять 116%, на бульваре — 205%, в парке — 204%. Повышение влажности на 15% воспринимается организмом как понижение температуры на 3,5°C. Известно, что для испарения 1 л воды нужно 600 мкал тепла. Следовательно, 1 га дубов поглощает 15600 ккал/сут. Этот процесс способствует уменьшению температуры в нижних слоях кроны на 3—5°C (по сравнению с температурой окружающего воздуха).

Повышенная влажность воздуха от зеленых насаждений может распространяться на прилегающие открытые пространства. Установлено, что влажность воздуха может повышаться на 30% в зоне, отстоящей от зеленого массива на расстоянии 500 м. Даже неширокие древесно-кустарниковые полосы (10,5 м) уже на расстоянии 600 м увеличивают влажность воздуха на 8% по сравнению с открытой площадью. Влажностный режим среди зеленых насаждений в жаркую погоду является благоприятным, смягченным и не имеет резких колебаний, как на облучаемых открытых участках.

#### 7. Влияние зеленых насаждений на образование ветров

Зеленые насаждения способствуют образованию воздушных потоков. Это происходит следующим образом. В жаркие дни нагретый воздух городской застройки поднимается вверх, а на его место поступает более холодный воздух с территории зеленых насаждений. Такие воздушные течения образуются при разнице температур не менее 5°C и разности давления не менее 0,7 мм рт. ст. Чаще всего они возникают на окраине города. В прохладные дни воздушные течения не создаются. Глубина проникновения воздушных течений в городскую застройку зависит от ее характера. При плотной застройке воздушные течения быстро ослабевают, при свободной застройке — проникают вглубь города значительно дальше.

#### 8. Значение зеленых насаждений в борьбе с шумом.

Зеленые насаждения, располагаемые между источниками шума (транспортные магистрали, электропоезда и т. д.) и жилыми домами, участками для отдыха и спортивными площадками, снижают уровень шума на 5—10%. Кроны лиственных деревьев поглощают 26% падающей на них звуковой энергии. Хорошо развитые кустарниковые и древесные породы с густой кроной на участке шириной в 30—40 м могут снижать уровни шума на 17 - 23 Дб, небольшие скверы и внутриквартальные посадки с редкими деревьями — на 4—7 Дб. Крупные лесные массивы снижают уровни шума авиационных моторов на 22—56% по сравнению с открытым местом на том же расстоянии. Наличие травяного покрова также способствует уменьшению уровня на 5—7 фонов.

Однако при неправильном расположении зеленых насаждений по отношению к источникам звука можно получить противоположный эффект, т. е. усилить уровень шума там, где требуется его снижение. Это может произойти при посадке деревьев с плотной кроной по оси улицы с оживленным транспортным движением. В этом случае зеленые насаждения будут играть роль экрана, отражающего звуковые волны по направлению к жилым домам и участкам отдыха и спорта.

Декоративно-планировочные функции зеленых насаждений

Декоративно-планировочные функции зеленых насаждений можно подразделить на три большие группы:

- ландшафтообразующие,
- планировочные,
- организацию отдыха городского населения.

Являясь органической частью планировочной структуры города, зеленые насаждения активно участвуют в создании ландшафтов жилых районов. Крупные зеленые массивы, расположенные между отдельными районами застройки, объединяют их, придают городу целостность и законченность. Богатство красок и форм растений, изменение окраски лиственного покрова деревьев и кустарников по сезонам года оживляют городские ландшафты.

Городские зеленые насаждения являются средством индивидуализации районов и микрорайонов города. С их помощью преодолевается монотонность городской застройки, вызванная индустриальными методами строительства и применением типовых проектов. Зеленые насаждения позволяют привести в соответствие масштаб человека и застройки, который нарушается при многоэтажном строительстве и сделать город более уютным.

Планировочные функции зеленых насаждений заключаются в организации городских территорий. Даже небольшие участки зеленых насаждений, отдельно стоящие деревья и кустарники, газоны и цветники, расположенные на городских магистралях и площадях, играют огромную планировочную роль, организуя движение и подчеркивая наиболее ответственные элементы архитектуры. Высаженные у жилых домов зеленые насаждения являются основой функционального деления жилых территорий, изолируя их от проездов и транспортных магистралей, ограничивая детские площадки и площадки для отдыха от хозяйственных площадок и т. д.

Большое значение имеют зеленые насаждения и в решении проблемы организации отдыха населения. благотворное физиологическое действие на нервную систему человека оказывают: зеленая окраска листвы, ее тихий шелест, мягкий рассеянный свет в садах и парках, менее высокая температура в жаркие дни, наличие в воздухе фитонцидов, бальзамических и других веществ, выделя-

емых растениями, слабая запыленность воздуха и повышенное содержание в нем кислорода.

Все это снимает напряжение, вызванное ритмом городской жизни, укрепляя здоровье человека и повышая его работоспособность.

Огромное влияние оказывают на человека различные ландшафты, создавая у него определенное настроение и повышая жизненный тонус.

Растительные сообщества городской среды

Растительное сообщество - это совокупность растений, произрастающих совместно на однородной территории, характеризующаяся определенным составом, строением, сложением и взаимоотношениями растений как друг с другом, так и с условиями среды.

Растительные сообщества городской среды представлены зелеными насаждениями – совокупностью лесной, древесно-кустарниковой и травянистой растительности естественного и искусственного происхождения на территории города.

В зависимости от функционального назначения зеленые насаждения включают в себя насаждения общего пользования, имеющие рекреационное значение: городские леса, лесопарки, городские сады, скверы, парки, бульвары, аллеи, другие зеленые насаждения вдоль улиц и набережных, при административных и общественных учреждениях.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Природный каркас города.
- 2) Санитарно-гигиеническая и декоративно-прикладная роль растительности в городе.
- 3) Растительные сообщества городской среды.

## 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся в бакалавриате и специалитете / В. М. Минько, И. Ж. Титаренко, Н. А. Евдокимова [и др.] ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 379, [1] с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 377 (17 назв.) [3].

2. Суздалева, Антонина Львовна. Создание управляемых природно-технических систем : монография / А.Л. Суздалева – Москва : ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. – 160 с. [6].

## 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что представляет собой природный комплекс города?
- 2) Какие функции выполняют зеленые насаждения современного города?
- 3) Что представляют собой санитарно-гигиенические функции зеленых насаждений?

- 4) В чем заключается газозащитная роль зеленых насаждений?
- 5) В чем заключается ветрозащитная роль зеленых насаждений?
- 6) Каково влияние зеленых насаждений на влажность воздуха?
- 7) Как зеленые насаждения влияют на образование ветров?
- 8) На какие группы делятся декоративно-планировочные функции зеленых насаждений?
- 9) Что представляют собой растительные сообщества городской среды?

## **Практическое занятие 8**

**Тема:** Экологические функции городских лесов

**Форма проведения занятия** – семинар

### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [3,6].

Экологические функции городских лесов и лесов зеленых зон

Углеродная функция лесов. Большие надежды по выводу излишка углерода из атмосферы в решении проблемы парникового эффекта связывают с лесными экосистемами. При образовании 1 т растительной продукции используется 1,5 – 1,8 т углекислого газа и высвобождается 1,1 – 1,3 т кислорода. Концентрация больших доз углерода в лесах связана с большой массой древостоев. Из всей массы углерода, сконцентрированного в растениях земного шара, 92% содержится в лесных экосистемах.

Воздухоочистительные функции лесов. Леса способны удалять из воздуха помимо углерода другие посторонние вещества. Очищение воздуха от загрязняющих веществ совершается как в результате их поглощения, так и через физическое осаждение. 1 кг листьев может поглощать за один сезон около 50 – 70 г сернистого газа, 40-50 г хлора и 15-20 мг свинца.

Климатические и метеорологические функции лесов. Леса воздействуют на атмосферные явления и таким образом создают свою специфическую среду – микроклимат. Это свойство используется для защиты почв, дорог, посевов, населенных пунктов. Лесу свойственна большая влажность воздуха и верхних слоев почв. В глубине леса почти полностью отсутствует ветер. Ночью можно наблюдать токи воздуха противоположного направления. Эти перемещения воздуха имеют большое экологическое значение: углекислого газа. происходит

Водоохранные функции лесов. выравнивание концентрации Положительное влияние оказывают леса на питание грунтовых вод. Это связано с переходом значительной части поверхностных вод в подземные. Грунтовые воды, питая реки, обеспечивают высокий уровень воды в них как зимой, так и летом. Главной причиной увеличения грунтового стока лесами является сохранение

под ними неплохой водопроницаемости почв. Положительное воздействие лесов на качество вод связывают с процессом фильтрации вод через почвенно-грунтовую толщу, а также водоочищающей способностью растений.

Устойчивость зеленых насаждений к городским условиям.

Эффективное использование и полноценное выполнение функций зеленых насаждений возможно в том случае, если составляющие их растения обладают высокой жизнеспособностью, а условия произрастания в городской среде соответствуют их биологическим потребностям и экологическим особенностям.

В промышленных городах древесная растительность подвергается значительной техногенной нагрузке: запыление, загазованность, загрязнение и засоление почв, грунтовых и почвенных вод. В результате ослабленные деревья теряют жизнеспособность, постепенно усыхают и отмирают значительно раньше, чем в естественной среде обитания. Вовремя не убранные поврежденные растения или их части могут обламываться по действием собственного веса или ветровых нагрузок, становятся опасными для здоровья и жизни горожан, приносят экономические убытки.

Изменение микроклиматических условий, сильное запыление и загрязнение воздуха в городе задерживает значительную часть солнечных лучей. В городах меняется качество света, его спектральный состав. Городские растения получают ухудшенный по качеству свет. Искусственное освещение нарушает привычный для растений режим. Также в городах изменяется тепловой режим, поэтому в городах возрастает доля более южных видов растений. Кроме этого, изменяется тепловой режим, состав и качество почв. Влагооборот почв часто нарушен, так как насаждения со всех сторон плотно окружены асфальтом.

Воздействие загрязнения окружающей среды. Растения обладают способностью очищать атмосферный воздух от разных загрязняющих веществ. Но защитные функции растений зависят от степени чувствительности к различным загрязнителям. Если концентрация вредных газов превышает предельно допустимые нормы, то растение начинает плохо расти и развиваться, а иногда просто гибнет. В городах с развитой промышленностью проблемой являются кислотные дожди, нередко приводящие к гибели деревьев. Срок жизни и «работы» листьев в промышленных районах заметно укорочен. Свою долю в загрязнение воздуха вносят электростанции, а особенно автотранспорт. Деревья тяжело переносят свинцовое отравление.

Воздействие рекреационной нагрузки - один из факторов урбанизации на зеленые насаждения как внутри города (парки, скверы и др.), так и вне него. Возрастающая рекреационная нагрузка оказывает негативное воздействие на растительность: происходит уплотнение почвы, гибель подроста, подлеска и древостоя, повреждение живого почвенного покрова и т.д. Состояние деревьев в рекреационных зонах заметно ухудшено: отсыхают верхушки, велика под-

верженность насекомым-вредителям и болезнетворным грибам, снижается годичный прирост деревьев.

Изменение растительности на территориях, трансформированных деятельностью человека. Во флоре любого района есть виды естественного местообитания (аборигенные) и попавшие на данную территорию из других областей Земного шара (адвентивные). Соотношение аборигенных и адвентивных видов в городе складывается в пользу последних. Расселение адвентивных видов происходит благодаря хозяйственной деятельности человека. В городской флоре существуют виды антропофиты – растения, появившиеся в данной местности вместе с человеком, и апофиты – растения, которые нормально обитают в естественной среде, но охотно переходят на антропогенные местообитания. С ростом урбанизации доля апофитов в составе растительных сообществ города уменьшается, так как большинство местных видов не способны жить в городах и уступает жизненное пространство более выносливым (а зачастую и более агрессивным) пришлым антропофитам. Это объясняется соответствующими особенностями городского климата и плодородия почв.

Меньше всего видов в центре города. Центры некоторых крупных городов называют «бетонными (или асфальтовыми) пустынями». Здесь растут только так называемые «урбанофильные» растения (т.е. любители города). От центра к окраинам города число видов городской флоры возрастает. В отличие от видового состава естественной растительности флора городов очень динамична и непостоянна, здесь бывают свои волны наступления и отступления видов. Зеленые пришельцы появляются постоянно. Процесс формирования городской флоры под влиянием антропогенных факторов ботаники называли «синантропизация» флоры. Этот термин означает приобретение черт, свойственных растительному миру, окружающему и сопровождающему человека. По выражению современных экологов, в городе происходит процесс всеобщего обеднения и унификации растительного мира.

Озелененность урбанизированных территорий как индикатор их экологического благополучия.

Площадь городских лесов в современных мегаполисах по-прежнему невелика.

Сохранение и оптимальное использование зеленых зон – это инновационные подходы, которые способствуют повышению качества жизни в городах, повышению жизнестойкости местных сообществ, формированию устойчивого образа жизни, а также улучшению здоровья и благополучия городских жителей.

Создание и поддержание парков, игровых площадок и зеленых насаждений в общественных и частных зонах способствует:

- созданию для городских жителей адекватных возможностей для контакта с природой;

- сохранению и поддержанию биоразнообразия в городских условиях;
- снижению экологических опасностей, таких как загрязнение воздуха и шум;
- смягчению последствий экстремальных погодных явлений (тепловые волны, экстремальные ливни, наводнения и т.д.);
- улучшению качества городской жизни;
- повышению уровня здоровья и благополучия жителей.

Городские зеленые зоны – это один из компонентов озеленения городов или «зеленой инфраструктуры». Они также являются важной частью общественных открытых пространств и общих служб, предоставляемых городами, и могут служить одним из средств укрепления здоровья всех членов городского сообщества. Поэтому необходимо обеспечить, легкую доступность общественных зеленых зон для всех групп населения и справедливо распределять их внутри города.

Зелень парков и садов, опрятные улицы не только украшают город, но и оказывают своё экологическое воздействие.

Зеленые насаждения создают для человека благоприятные условия жизнедеятельности. Улучшают условия труда, быта и отдыха населения.

Тень от деревьев и кустарников защищает человека от избытка прямого и отраженного солнечного тепла. В средних широтах температура поверхности в зоне зеленых насаждений на 12—14°C ниже температуры стен и мостовых.

Положительно влияет на теплоощущения человека не только оптимальная температура воздуха, но и его влажность. Освежающий эффект одного растущего в благоприятных условиях дерева эквивалентен эффекту 10 комнатных кондиционеров.

Зеленые насаждения улучшают электрогигиенические свойства атмосферы. В лесном воздухе степень ионизации кислорода в 2—3 раза больше, чем в морском или в воздухе над лугом, и в 5—6 раз больше, чем в городском. Степень, ионизации зависит от видового состава и возраста растений.

Зеленые насаждения в три раза увеличивают количество легких отрицательно заряженных ионов и способствуют уменьшению количества тяжелых ионов. Тяжелые ионы возникают в результате соединения легких ионов с тяжелыми ядрами конденсации. Повышенная конденсация тяжелых ионов ухудшает видимость, отрицательно влияет на дыхание людей, вызывает усталость, а легкие отрицательные ионы улучшают деятельность сердечно-сосудистой системы. В наибольшей степени улучшают ионный режим атмосферного воздуха смешанные хвойно-лиственные насаждения, а также многие цветущие растения.

Комплекс мер по озеленению зданий минимизирует негативное влияние высотного здания на окружающую среду. К примеру, в рамках сертификации

объектов в Сочи, одним из важных инновационных технологических решений было частичное применение вертикального и горизонтального озеленения (зелёные кровли и стены). Кроме того, особенно в странах с жарким климатом, фасадная система озеленения позитивно отражается на показателях уровня энергопотребления – повышает теплоизоляцию и снижает теплопотери через ограждающие конструкции, обеспечивает солнцезащиту и охлаждение за счёт испарения влаги и снижения скорости ветра.

Затенение растениями снижает температурный градиент на внутренней и внешней поверхности ограждающих конструкций. Следовательно, снижается теплопроводность конструкций и инфильтрация воздуха внутрь помещений, что обеспечивает уменьшение потребления электроэнергии зданием.

Во многих регионах мира, урбанизированные территории особенно неприятны для пешехода из-за преобладания гомогенных бетонных поверхностей и транспорта. Зелёные стены не только разбавляют однородный городской вид, также они заметно влияют на снижение температур и оказывают положительный психологический эффект на горожан.

Благодаря таким положительным эффектам, как улучшение качества воздуха и воды, защита от шума и смягчение последствий экстремальных погодных явлений, зеленые зоны в городах способствуют снижению экологических рисков, связанных с городской жизнью. Кроме того, они способствуют сохранению и улучшению здоровья и благополучия граждан, создавая условия для снижения стрессов и расслабления, физической активности, а также для улучшения социальных взаимодействий и сплоченности сообщества. Позитивные эффекты для здоровья включают повышение уровня психического здоровья и физической подготовленности, улучшение когнитивных и иммунных функций, а также снижение показателей смертности среди населения в целом. Городские зеленые зоны приносят пользу всем людям, но они могут иметь особое значение для социально неблагополучных или недостаточно обслуживаемых групп населения, которые зачастую имеют наименьший доступ к высококачественным зеленым зонам.

Зеленые насаждения оказывают эмоционально-психическое воздействие на человека. Природный ландшафт — естественный или искусственный — активно способствует восстановлению сил, возобновлению подвижного равновесия между организмом и окружающей средой, нарушаемого вследствие болезни, утомления и недостаточного пребывания на свежем воздухе.

Согласно цветовой теории, успокаивающее действие природы состоит в формировании в ней двух цветов — зеленого и синего. Важное значение имеет также своеобразное мягкое лесное освещение, богатство красок, аромат цветов, шелест листьев, пение птиц.

Считается, что пирамидальные, сферические и устремленные вверх кроны растений возбуждают человека, а овальные и плакучие успокаивают.

Теория снижения стресса предполагает, что естественная среда способствует восстановлению и помогает избавиться от негативных последствий. В частности, психоэмоциональное состояние улучшают природные элементы с такими характеристиками, как пространственная открытость, изогнутые линии обзора и наличие “открытой воды”. В Техническом университете Чалмерса проследили за пациентами, перенесшими операцию на желчном пузыре, и установили – те, кто наблюдал из окна за деревьями, выздоравливали быстрее и использовали меньше сильнодействующих анальгетиков, чем пациенты с видом на кирпичную стену. С теми же целями в Японии разработали практику, называемую синрин-йоку (купание в окружении лесов).

Было измерено когнитивное развитие детей от 7 до 10 лет с помощью повторных компьютерных тестов в течение года. У детей, чьи школы находились в более «зеленых» районах, память развивалась на 6 % лучше, чем у других участников исследования.

Зафиксировали снижение смертности от сердечно-сосудистых заболеваний на 4 %, снижение смертности от всех причин на 8%, при сравнении местностей с самым высоким и самым низким уровнями зеленых насаждений.

Европейский центр окружающей среды и здоровья человека отслеживал состояние психического здоровья переезжающих в другой дом. У тех, кто переезжал в более зеленые районы, обнаружили улучшение показателей психического здоровья с эффектом продолжительностью не менее 3 лет, у тех, кто переехал в менее зеленые зоны - ухудшение показателей. Кроме того, по данным ряда исследований, с увеличением доли зеленых насаждений вероятность умеренной или высокой физической активности увеличивается до 30%.

Но вопросы о необходимых площади и распределении зеленых насаждений в городах по-прежнему остаются открытыми. Чтобы дать на них ответ, необходимы дальнейшие исследования и стандартизированные методы оценки качества зеленых насаждений и оценки эффективности зеленых предписаний в клинической практике. На многие вопросы могут ответить эпидемиологи-экологи, которые должны работать с другими заинтересованными сторонами, чтобы применять свои знания и претворять идеи в жизнь.

Сохранение природных ландшафтов лесопаркового защитного пояса городов

Лесопарковый защитный пояс (ЛПЗП) — система природных территорий (лесов, лесопарков), связывающая городской и пригородный ландшафты. Сохранение лесопаркового защитного пояса было одной из основ концепции развития городов лесной зоны с 1970-х годов. В состав ЛПЗП были включены пригородные леса, парки и лесопарки, сельскохозяйственные ландшафты, зоны огра-

ничения застройки; теоретически пояс должен был сохраняться непрерывным. В настоящий момент пояс вокруг интенсивно растущих городов включает лишь строго охраняемые лесные массивы и лесопарки, разделенные застройкой различного назначения и этажности, промышленными и другими техногенными ландшафтами.

Лесопарки — благоустроенные и приспособленные для отдыха леса площадью не менее 500 га. С помощью расчистки полей и опушек, удаления малоценных насаждений и устройства новых посадок формируют живописные пейзажи; организуют места отдыха на полянах и у водоемов. Благоустройство лесопарка включает прокладку троп, размещение парковой мебели и небольших сооружений для обслуживания посетителей. При создании лесопарка обязательно сохранение многоярусного лесного древостоя, подроста и подлеска. Они обеспечивают необходимую влажность воздуха, состав и влажность почв, ветровой режим, необходимый для существования сложившегося лесного массива.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Экологические функции городских лесов и лесов зеленых зон.
- 2) Устойчивость зеленых насаждений к городским условиям.
- 3) Озелененность урбанизированных территорий как индикатор их экологического благополучия.
- 4) Сохранение природных ландшафтов лесопаркового защитного пояса городов.

## 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся в бакалавриате и специалитете / В. М. Минько, И. Ж. Титаренко, Н. А. Евдокимова [и др.] ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 379, [1] с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 377 (17 назв.) [3].

2. Суздалева, Антонина Львовна. Создание управляемых природно-технических систем : монография / А.Л. Суздалева – Москва : ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. – 160 с. [6].

## 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) В чем состоит углеродная функция лесов?
- 2) В чем состоит воздухоочистительная функция лесов?
- 3) В чем заключается климатическая и метеорологическая функции лесов?
- 4) В каком случае возможно эффективное использование зеленых насаждений?
- 5) Что представляют собой антропофиты и апофиты?
- 6) Какие растения получили название «урбанофильные»?

- 7) Чему способствует создание и поддержание парков, игровых площадок и зеленых насаждений в общественных и частных зонах?
- 8) В чем суть теории снижения стресса?
- 9) Что представляет собой лесопарковый защитный пояс?

## **Практическое занятие 9**

**Тема:** Загрязнение городской среды

**Форма проведения занятия** – семинар

### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [3,6].

Климат и формирование микроклимата городской среды

Климат – это средняя погода за фиксированный период времени на определенных территориях. Каким будет климат на определенной территории, определяется на основе нескольких факторов.

Ученые выделяют следующие характеристики, которые к нему относятся:

- температура верхнего уровня почвы и водоемов;
- прозрачность воздуха;
- количество солнечных лучей и получаемая от них радиация;
- ветер, его направление и скорость;
- влажность; - температура в атмосфере;
- количество осадков; облачность;
- давление.

От значения каждого из этих параметров зависит, какой климат будет на наблюдаемой территории. Когда ученые начинают изучать особенности местности и погодных условий, они в первую очередь собирают сведения о вышеперечисленных характеристиках.

Климат влияет на внешний вид поверхности планеты, на живущих существ. Для человека он играет большую роль, поскольку от благоприятности погодных условий напрямую зависит его образ жизни на данной земле. Климатом определяется наличие на территориях определенных растений, животных, а также пригодность для существования в целом. Большое значение состояние атмосферы играет при строительстве зданий и дорог. Людям требуется учитывать особенности климата и использовать те материалы, которые будут наиболее подходящими в данных условиях.

Хоть на климат и оказывают влияние водоемы и особенность рельефа, главным образующим фактором является географическая широта, в которой располагаются территории. Чем ближе земля к экватору, тем выше будет средняя температура. По мере отдаления к полюсам она падает. Играет роль в обра-

зовании климата наличие гор и равнин. Возвышенности способны препятствовать появлению осадков и ветров. Если же местность в большей степени состоит из полей, то на ней могут идти частые дожди, а воздушные массы перемещаться с большой скоростью.

Океан оказывает определенное влияние на климат близлежащих территорий. Нагрев и остывание воды происходит значительно медленнее, чем воздуха. Поэтому с наступлением лета океан еще остается холодным и оказывает охлаждающее воздействие на местность. А зимой вода, наоборот, отдает накопленное тепло, немного повышая температуру. Также водоем является стабильным источником осадков, которые выпадают в окрестностях, что сказывается на климате. На погоду оказывают воздействие течения, присутствующие в океане. Теплые повышают значение температуры, холодные – понижают. Из-за наличия водоема на местных территориях может быть морской, континентальный и муссонный климат.

Выделяют четыре основных типа климата, которые зависят от окружающих условий:

- экваториальный,
- тропический,
- полярный,
- умеренный.

Они находятся в определенных поясах и дублируются от экватора в сторону полюсов по обе стороны. Тип климата по мере путешествия по территориям не меняется моментально: переход осуществляется плавно, с помощью зон переходного характера.

Под климатическими зонами подразумевается поверхность планеты, обладающая однородными погодными условиями. Они ограничены территориями, где средняя температура, давление и количество осадков постепенно начинают меняться.

Горизонтальные климатические зоны – территории, где высота рельефа находится практически на одном значении.

Вертикальные климатические зоны – горные участки планеты, где погода меняется по мере подъема вверх. В большинстве случаев границы климатической зоны совпадают с поясом, в котором она находится. Это отчетливо видно на соответствующей географической карте.

Микроклимат – особенности климата на небольших пространствах, обусловленные особенностями местности.

В городе формируются особые микроклиматические условия, присущие отдельным участкам городской территории. На формирование микроклимата города, помимо природных условий, оказывают влияние условия, создаваемые

городской застройкой, а также функционированием автотранспорта, теплоэлектростанций, промышленных и других предприятий.

Факторы формирования микроклимата города:

- изменение рельефа, обусловленное городской застройкой;
- различие теплофизических свойств поверхностей элементов городской застройки и природного окружения;
- различие в альбедо (характеристика диффузной отражательной способности поверхности) подстилающих поверхностей территории города и окрестностей;
- искусственные потоки тепла;
- загрязнение воздуха;
- снижение испарения из-за асфальтовых покрытий и зарегулированности стока атмосферных осадков;
- резкое уменьшение площади поверхности с растительным покровом и естественной почвой.

Эти факторы влияют на микроклимат города одновременно, но их вклад в разное время и в различных климатических условиях различается.

Они определяют микроклиматическую изменчивость общеклиматических режимов в отдельных районах крупного города:

1. Инсоляционный режим – режим облучения городских территорий и помещений зданий прямыми солнечными лучами. Вследствие загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами и аэрозолями происходит уменьшение его прозрачности. Поэтому часть солнечной радиации (около 20%) не проникает на территорию города. Инсоляцию городской застройки уменьшает облачность. Нормы инсоляции зависят от климатической зоны размещения городской территории. В соответствии с СанПиН на территориях игровых площадок, спортивных площадок жилых домов, групповых площадок дошкольных учреждений, спортивных зон, зон отдыха общеобразовательных школ и школ – интернатов, зоны отдыха лечебно-профилактических учреждений стационарного типа продолжительность инсоляции должна составлять не менее 3 часов на 50 % площади участка, независимо от географической широты;

2. Температурный режим микроклимата городов. Температура воздуха в крупном городе по сравнению с его окрестностями выше на 1-8 °С. Повышение температуры обусловлено нагревом элементов застройки за счет поглощения ими солнечной радиации и отражением радиации городскими поверхностями, а также уменьшением эффективного излучения тепла над городом и соответственно уменьшается его ночное охлаждение. На испарение влаги асфальтным покрытием и другими городскими поверхностями тратится значительно меньше энергии, по сравнению с энергией, необходимой для испарения влаги расти-

тельным покровом. Поэтому в приземном слое воздуха городской территории, остается значительно больше тепла по сравнению с территорией окрестностей.

Дополнительное поступление тепла в атмосферный воздух происходит за счет тепловых выбросов транспортных средств, промышленных и энергетических предприятий. По данным космического мониторинга, тепловые аномалии занимают четвертую часть территории города Москвы.

Повышение температуры воздуха внутри города по сравнению с температурой окружающей местности приводит к образованию так называемого «острова тепла» над городом – области повышенной температуры воздуха, которая имеет вид купола. В «острове тепла» давление атмосферного воздуха понижено. Это способствует притягиванию облаков верхних слоев атмосферы. Поэтому облака над городом расположены значительно ниже, чем над открытой местностью. Образование «острова тепла» вызывает уменьшение притока солнечной радиации на территорию крупного города, увеличение количества атмосферных осадков, увеличение повторяемости туманов;

3. Ветровой режим микроклимата города. Элементы городской застройки и зеленые насаждения изменяют скорость ветра и его направление. Ветровой режим приземного слоя воздуха в условиях городской застройки принято называть аэрационным режимом. Аэрационный режим считается комфортным, если скорость ветра на территории застройки 1 – 5 м/с. Участки городской территории, где скорость ветра меньше 1 м/с, относятся к непроветриваемым, а более 5 м/с – к зонам продувания. Непроветриваемые участки городской территории, или зоны застоя воздуха, создают антисанитарное состояние. Зоны продувания дискомфортны для человека;

4. Влажностный режим микроклимата города. Влажность города в крупных городах ниже по сравнению с окрестностями. Это связано с повышенными температурами атмосферного воздуха и меньшим содержанием в нем влаги за счет снижения количества испарений. Наибольшая разница по влажности воздуха между городом и его окрестностями в течение года наблюдается летом, а в течение суток – в вечерние часы. Зимой в городе выпадает меньше снега, а летом выпадает больше дождей. Конвективные потоки над городом, препятствуют горизонтальному перемещению воздушных масс, поступающих с наветренной стороны, вовлекают их в восходящий поток воздуха, образуют облачность и выпадают осадки. При высокой влажности, значительном загрязнении атмосферного воздуха и ослаблении скорости ветра туманов в городе может быть больше. С повышением температуры и понижением относительной влажности туманов в городе становится меньше, чем за его пределами.

К атмосферным явлениям, опасным для жизнедеятельности человека в городе, относятся: инверсии температуры (увеличение температуры с высотой в некотором слое атмосферы вместо обычного понижения); смог.

Инверсия температуры препятствует вертикальным перемещениям воздуха и способствует образованию дымки, тумана, смога, облаков, миражей. Инверсия сильно зависит от местных особенностей рельефа. Приземные инверсии обуславливают отсутствие аэрации жилых кварталов и способствуют скоплению загрязняющих веществ в приземном слое. При проявлениях инверсии температуры участки застройки на холмистом рельефе располагают выше верхней границы инверсионного слоя, на средних 50 и верхних частях склона или плато. При этом непригодными для жилой застройки являются территории, расположенные в котловине или долине.

Смог – токсический туман. Он возникает при неблагоприятных метеорологических условиях и высоких концентрациях вредных веществ в приземном слое воздуха. Выделяют три типа смога – восстановительный (смог лондонского типа), окислительный или фотохимический, и смог ледяного типа.

Восстановительный смог характерен для крупных промышленных центров. Он представляет собой воздушную смесь частиц сажи и оксидов серы и азота. Оксиды при взаимодействии с водой атмосферы образуют аэрозоли серной и азотной кислот. За счет раздражающего действия кислот на бронхи и дыхательные пути смог оказывает отрицательное влияние на здоровье людей;

Фотохимический смог наблюдается в городах с высокой интенсивностью радиации солнца. Он образуется при взаимодействии солнечного света с оксидами азота и углеводородами, содержащимися в выхлопных газах автотранспорта и промышленных выбросах. Фотохимический смог – это сильное загрязнение воздуха. Воздействие смога на дыхательную и кровеносную системы человека вызывает стойкую неспособность крови к усвоению и переносу кислорода. Образованию смога способствует интенсивная солнечная радиация и безветрие. Предвестником образования фотохимического смога является озон. Поэтому особое внимание при контроле атмосферного воздуха города необходимо уделять мониторингу озона;

Ледяной смог возникает в городах северных широт при неблагоприятных климатических условиях под воздействием пыли, оксидов серы и азота, высокой влажности и низкой температуры. Воздействие аэрозолей кислот на органы дыхания человека усиливается механическим действием мелких кристалликов льда. На твердых взвешенных частицах загрязненного воздуха могут скапливаться электрические заряды. Их совокупность составляет атмосферное статическое электричество, называемое «электрическим смогом». Статическое электричество оказывает отрицательное влияние на здоровье человека, вызывая нарушения работы сердечно-сосудистой и других систем организма.

Для оценки территории города также используется экологомикrokлиматическая оценка. Выделяют три основных экологических критерия для оценки микроклимата различных частей территории города.

Микроклимат должен способствовать:

- уменьшению техногенного загрязнения атмосферы;
- повышению комфортности биоклиматических условий для человека;
- улучшению условий роста и развития растительности.

Установлено влияние на эколого-микроклиматические условия города геоморфологического состояния подстилающей поверхности. Типы местоположений подстилающей поверхности ранжированы по комфортности микро- и биоклимата, а также по потенциальным условиям рассеяния атмосферных загрязнителей.

Загрязнение атмосферы. Основные источники загрязнения.

На территории нашей страны загрязнение воздуха происходит в основном из-за функционирования предприятий таких сфер, как: теплоэнергетика, производство черных металлов, добыча нефти и ее химическая обработка, транспортные перевозки, производство цветных металлов и строительных материалов. Что касается западных стран, то там влияние разнообразных предприятий на состояние атмосферы другое. Например, в ФРГ, Соединенных Штатах, Великобритании большой урон атмосфере наносят автомобили (50-56%), а теплоэнергетика приводит к появлению всего лишь 16-20% загрязнений.

Основные искусственные (антропогенные) загрязнители воздуха:

*Электростанции и котельные*

Во время сгорания твердого или жидкого топлива происходит образование дыма, в котором присутствуют компоненты полного и неполного сгорания. Их объем – значительный. Если говорить о степени экологичности топлива, то наиболее низка она у твердых его видов. Жидкое топливо и особенно газ гораздо более безопасны для окружающей среды. Современные предприятия и котельные интенсивно работают в направлении перестройки работы с целью использовать только безопасное топливо.

Во время работы атомных электростанций в атмосферу попадает большое количество самых разных токсичных соединений. Система отопления жилых зданий также играет большую роль в загрязнении окружающего нас воздуха. В ходе работы котельных выделяется много продуктов частичного сгорания, которые в больших количествах оседают на территориях вблизи мест сгорания. Происходит это из-за того, что трубы предприятий не имеют достаточной для правильного удаления дыма высоты.

*Металлургия – черная и цветная*

Работа предприятий данной сферы становится причиной масштабных выбросов загрязняющих веществ, в том числе и в составе парогазовых смесей.

*Химическая промышленность*

Приводит к появлению относительно небольшого количества вредных компонентов – всего 2% из всех выбрасываемых в воздух. Однако они весьма

опасны, потому что очень токсичны, концентрированы и разнообразны. Выбросы химических предприятий представляют собой значительную угрозу как для человека, так и для всего живого.

### *Автомобили*

Автомобили – это самые основные искусственные источники загрязнения атмосферы в крупных городах. Всего в мире используется несколько сотен миллионов машин, потребляющих огромное количество продуктов переработки нефти. Двигатели автомобилей, особенно старые (карбюраторные), выделяют много видов вредных веществ. Производителями автомобилей в наши дни введено в эксплуатацию много технических средств для снижения количества опасных выбросов. Так, современные двигатели можно настраивать, что приводит к уменьшению числа вредных компонентов в выхлопных газах в полтора раза. Если применить специальные нейтрализаторы, то газ и вовсе станет безопаснее в 6 раз.

### *Свалки бытовых отходов*

Несанкционированные свалки, полигоны ТБО за чертой города – источники биогазов, изменяющих состав воздуха.

Отличительные особенности загрязнения воздушной среды городов автомобильным транспортом.

Ежегодно на дорогах увеличивается число автомобилей. В потоке движутся новые и старые машины, оставляющие черный дым. Загрязнению окружающей среды автомобильными выхлопными газами отводится первое место. Опасный побочный продукт работы двигателя наносит вред экологической системе и человеку.

При работе двигателя сгорает топливо, образуя газы. Они удаляются выхлопной системой, которая снабжена фильтрами. У исправного автомобиля газы бесцветные, очищенные от вредных частиц.

Кратковременное изменение цвета не несет опасности и говорит об исправности машины. Черные и белые выхлопы, сохраняющиеся длительное время, содержат ядовитые компоненты.

Отработанные газы состоят почти из 200 канцерогенных и токсичных веществ. У неисправной машины выхлоп канцерогенных веществ увеличивается в 3-4 раза. Все это поднимается в атмосферу, вызывая катаклизмы.

Состав выхлопных газов зависит от топлива, на котором работает автомобиль. Бензиновый двигатель содержит большую долю свинца, дизельный – сажу. В российских городах проблема усугубляется отсутствием контроля выхлопов на содержание вредных частиц.

Количество отработанных газов определяют расходом топлива. Норма указывается производителем в технических характеристиках автомобильного

транспорта. Объем выхлопных газов рассчитывают по схеме – 1 кг сожженного бензина образует 15,5 кг различных газовых смесей.

Бензиновый двигатель выбрасывает в воздух от 0,7 до 0,8 г/см<sup>3</sup>, автомобиль, работающий на дизельном топливе, оставляет 0,8 г/см<sup>3</sup>. До 75% свинца, окисей углеродов, азота загрязняют атмосферу, из них 40% выпадает на почву, остальное остается в воздухе.

Изменение поверхностной гидрографической сети и подземных водотоков.

Гидрографическая сеть урбанизированных территорий, обеспечивая дискретность инфраструктуры города, поддерживает, определенную комфортность проживания в больших массивах застроенных пространств, определяет целостность природно-антропогенной структуры городской среды, и может быть основой формирования экологического каркаса города. Следовательно, приуроченность городов к водным объектам является важным фактором в организации их природной составляющей.

Как известно, к городским водным объектам относятся водоемы, все берега которых находятся на урбанизированной территории, а также реки или участки рек, протекающие в ее границах. При этом следует иметь в виду, что развивающийся город вносит свои коррективы в формирование и функционирование гидрографической сети, способствуя появлению искусственных водоемов различного назначения или преобразованию русел малых рек в сеть малопроточных прудов, или их полной деградации. В то же время сохранившиеся водные объекты в условиях урбанизации по-прежнему выполняют функции естественной дренажной сети.

Вместе с тем естественные процессы формирования поверхностной и подземной составляющих стока и самоочищения городских водотоков подвергаются значительным изменениям в результате трансформации их водосборов в ходе перепланировки городского рельефа и забора подземных вод для нужд города. Большинство сохранившихся в условиях урбанизированных территорий рек в той или иной степени зарегулированы, часть из них забраны в коллекторы и динамика стока претерпела существенные изменения.

Загрязнение почвенного покрова чужеродными химическими элементами, твердыми бытовыми и промышленными отходами.

О масштабах химического загрязнения поверхности литосферы говорят следующие данные: за сто лет (1870-1970) на земную поверхность осели свыше 20 млрд т шлаков, 3 млрд т золы. Выбросы цинка и сурьмы составили по 600 тыс. т, мышьяка - 1,5 млн т, кобальта - свыше 0,9 млн т, никеля - более 1 млн т. Суммарные выбросы ртути составляют 4-5 тыс. т в год, а из каждой тонны добываемого свинца до 25 кг поступает в окружающую среду. Огромное количе-

ство свинца, в итоге оседающего на землю, выделяется в атмосферу с выхлопными газами автомобилей.

По оценкам специалистов, с ростом урбанизации в городах всё большее значение приобретает действие таких экологически неблагоприятных факторов, как:

- переуплотнения корнеобитаемого слоя и захлamlения поверхности,
- истощения и нарушения органофилия,
- сокращения биоразнообразия, микрофлоры и почвенной мезофауны и её структурных изменений,
- заражения патогенными микроорганизмами,
- внедрения загрязняющих веществ, источниками которых являются внутригородские и аварийные выбросы и глобальные массопереносы,
- загрязнения тяжёлыми металлами и другими токсичными веществами, изменения кислотности и щёлочности почв.

Источники химического загрязнения почв в условиях города чрезвычайно многообразны: - загрязнения, выпадающие с атмосферными осадками; - хранилища сырья и отходов промышленных предприятий; - отвалы электростанций и шахт; - утечки из инженерных сетей и сетей жилищно-коммунального хозяйства; - полигоны и свалки промышленных и бытовых отходов, - выгул животных, - переуплотнение почв.

Перечислим главные источники загрязнения почвы.

1. Жилые дома и бытовые предприятия. В числе загрязняющих веществ преобладают: - бытовой мусор, пищевые отходы, фекалии, строительный мусор, отходы отопительных систем, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода; - мусор общественный учреждений – больниц, столовых, гостиниц, магазинов и др. Вместе с фекалиями в почву нередко попадают болезнетворные бактерии, яйца гельминтов и другие вредные организмы, которые через продукты питания попадают в организм человека.

2. Промышленные предприятия. В твердых и жидких промышленных отходах постоянно присутствуют те или иные вещества, способные оказывать токсическое воздействие на живые организмы и их сообщества. Например, в отходах металлургической промышленности обычно присутствуют соли цветных и тяжелых металлов. Машиностроительная промышленность выводит в окружающую среду цианиды, соединения мышьяка, бериллия. При производстве пластмасс и искусственных локонов образуются отходы бензола и фенола. Отходами целлюлозно-бумажной промышленности, как правило, являются фенолы, метанол, скипидар, кубовые остатки.

3. Теплоэнергетика. Помимо образования массы шлаков при сжигании каменного угля с теплоэнергетикой связано выделение в атмосферу сажи, негоревших частиц, оксидов серы, в конце концов оказывающихся в почве.

4. Транспорт. При работе двигателей внутреннего сгорания интенсивно выделяются оксиды азота, свинец, углеводороды и другие вещества, оседающие на поверхности почвы или поглощаемые растениями. Каждый автомобиль выбрасывает в атмосферу в среднем в год 1 кг свинца в виде аэрозоля.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Климат и формирование микроклимата городской среды.
- 2) Загрязнение атмосферы. Основные источники загрязнения.
- 3) Отличительные особенности загрязнения воздушной среды городов автомобильным транспортом.
- 4) Изменение поверхностной гидрографической сети и подземных водотоков.
- 5) Загрязнение почвенного покрова чужеродными химическими элементами, твердыми бытовыми и промышленными отходами.

## 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся в бакалавриате и специалитете / В. М. Минько, И. Ж. Титаренко, Н. А. Евдокимова [и др.] ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 379, [1] с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 377 (17 назв.) [3].

2. Суздалева, Антонина Львовна. Создание управляемых природно-технических систем : монография / А.Л. Суздалева – Москва : ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. – 160 с. [6].

## 4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие факторы определяют климат на определенной территории?
- 2) Какие типы климата выделяют?
- 3) Что понимают под климатическими зонами?
- 4) Какие факторы формируют микроклимат города?
- 5) Какие факторы определяют микроклиматическую изменчивость общеклиматических режимов в отдельных районах крупного города?
- 6) Какие атмосферные явления относят к опасным для жизнедеятельности человека в городе?
- 7) Что представляет собой смог?
- 8) Какие выделяют типы смога?
- 9) В чем заключается эколого-микроклиматическая оценка, которая может быть использована для оценки территории города?
- 10) Какие существуют источники химического загрязнения почв в условиях города?

## **Практическое занятие 10**

**Тема:** Опасности, связанные с загрязнением урбанизированных территорий

**Форма проведения занятия** – семинар

### **1. Методические рекомендации по выполнению заданий**

Для подготовки к семинару рекомендуется изучение соответствующих тем [3,5,6].

Электромагнитные и электростатические поля.

Электромагнитное загрязнение является результатом развития человеческой цивилизации, что вредит всей окружающей среде. На экологию негативное воздействие оказывают приборы электроники, телевизионные и радиостанции, линии электропередач, технологическое оборудование, рентгеновские и лазерные установки, а также другие источники загрязнения. Электромагнитное поле характеризуется излучением и длиной волны. Чем дальше от источника, тем излучение сильнее затухает. В любом случае загрязнение распространяется на большую территорию.

Антропогенные источники появления ЭМП: линии электропередачи, бытовые электроприборы, радары, сотовая связь, спутниковая связь, теле- и радиостанции, телевизионные передатчики.

Электромагнитный фон был на планете всегда. Он способствует развитию жизни, но, оказывая естественное влияние, не наносит вред экологии. Так, люди могли подвергаться электромагнитному излучению, используя в своей деятельности драгоценные и полудрагоценные камни.

После того, как в промышленной жизни стали использоваться приборы, работающие от электроэнергии, а в бытовой жизни – электротехника, интенсивность излучения повысилась. Это привело к появлению волн такой длины, которых ранее в природе не существовало. В результате любой прибор, который работает на электроэнергии, является источником электромагнитного загрязнения.

С появлением источников загрязнения антропогенного характера, электромагнитные поля стали оказывать негативное воздействие и на здоровье людей, и на природу в целом. Так появилось явление электромагнитного смога. Он бывает как на открытых пространствах, в городе и за его пределами, так и в помещениях.

Электромагнитный смог – это загрязнение среды обитания человека неионизирующими излучениями от устройств использующих, передающих и генерирующих электромагнитную энергию и возникающие из-за несовершенства техники и/или нерационального ее применения

Электромагнитный смог можно классифицировать на три вида:

– смог открытой местности (уличный),

- смог в помещениях (от осветительной системы),
- смог от устройств мобильной связи.

Электромагнитное загрязнение представляет опасность для экологии, поскольку оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Как оно происходит, достоверно не известно, но излучение влияет на мембранную структуру клеток живых организмов.

Электромагнитное излучение способствует возникновению мутаций.

В результате электромагнитного загрязнения у растений изменяются размеры стеблей, цветков, плодов, меняется их форма, замедляется регенерация тканей растений, что приводит к снижению выживаемости и повышению смертности.

У некоторых видов фауны при воздействии электромагнитного поля нарушается обмен веществ, замедляется развитие и рост, ухудшается развитие репродуктивной системы, вплоть до бесплодия, страдает центральная нервная система, повышается агрессия. Электромагнитное загрязнение способствует нарушению численности видов различных представителей в пределах одной экосистемы.

Чтобы снизить уровень электромагнитного загрязнения применяется нормативное регулирование работы источников излучения. Запрещается применять приборы с волнами, которые выше или ниже разрешенных диапазонов.

При статической электризации во время технологических процессов, сопровождающихся трением, размельчением твердых частиц, пересыпанием сыпучих тел, переливанием жидкостей-диэлектриков на изолированных от земли металлических частях производственного оборудования возникает относительно земли электрическое напряжение порядка десятков киловольт.

Так, при движении резиновой ленты транспортера и в устройствах ременной передачи на ленте (ремне) и на роликах (шкивах) возникают электростатические заряды противоположных знаков большой величины, а потенциалы их: достигают 45 кВ. Основную роль при этом играют влажность, давление воздуха и состояние поверхностей лент (ремней) и роликов (шкивов), а также скорость относительного движения (пробуксовки). Аналогично происходит электризация и при сматывании тканей, бумаги, пленки и. др.

При относительной влажности воздуха 85% и более электростатических зарядов обычно не возникает.

В аэрозолях электрические заряды образуются от трения частиц пыли друг о друга и о воздух. Причинами электризации пыли могут быть непосредственная адсорбция заряда из окружающего воздуха вместе с адсорбируемым газом. Потенциалы заряженных частиц пыли могут достигать значений до 10 кВ в зависимости от концентрации пыли в воздухе, размера и скорости движения частиц пыли и относительной влажности воздуха.

Применяемое на электроподстанциях минеральное (трансформаторное) масло в процессе его переливания (например, слив из цистерны в бак) также подвергается электризации. Если металлическая емкость или автоцистерна не заземлены, то в процессе налива они окажутся электрически заряженными. Когда электростатические заряды велики, а влажность воздуха незначительна, может возникнуть быстрый искровой разряд между частями оборудования или разряд на землю. Энергия такой электрической искры может оказаться достаточно большой для воспламенения горючей или взрывоопасной смеси.

Шумы и вибрации, источники шума, вибраций и специфика их воздействия.

Такие проблемы современных мегаполисов, как шум и вибрации, увеличиваются по своей интенсивности с каждым годом.

К основным источникам шума и вибрации можно отнести средства городского, железнодорожного и авиационного транспорта, промышленные предприятия и очень часто территории строительных площадок или места производства ремонтных работ.

Шум — это такое сочетание звуков, которое оказывает на организм человека раздражающее и вредное действие. Шум - один из более распространенных неблагоприятных физических причин окружающей среды, приобретающих принципиальное социально-гигиеническое значение в связи с урбанизацией.

Значения шума в пределах 20–30 дБ являются безвредными для самочувствия и здоровья в целом. При длительном производственном шуме с уровнем 80–100 дБ возникает утомление, снижение работоспособности, ухудшается слух и память. Уровень шума свыше 130 дБ для человека является болезненным и может привести к необратимым последствиям для органов слуха.

Шум и вибрации, которые превышают пределы частоты звуковых колебаний, являются профессиональной вредностью. Под влиянием шума и вибрации у человека может измениться кровяное давление, нарушиться работа желудочно-кишечного тракта, ну а его длительное воздействие может привести и к потере слуха.

Влияние шума на организм человека, равно как и реакция человека на шум в каждом конкретном случае различна. Некоторые люди хорошо терпят шум, у других же он вызывает раздражение и стремление уйти как можно дальше от источника шума. Оценка уровня шума в основном основана на понятии восприятия, при этом большое значение имеет именно внутренняя настройка человека к источнику шума.

Двигаясь в автобусе, троллейбусе, вагоне метро, проходя мимо работающих механизмов по ремонту дорог, мы часто ощущаем неприятные воздействия и вибрации, и шума. Но, выйдя из транспортного средства, удалившись с места транспортных работ, мы очень быстро забываем эти неудобства. И совсем дру-

гое дело, когда эти два фактора действуют на организм в течение рабочего дня, месяца или многих лет. Тогда эти факторы выступают как профессиональные вредности, способствуя развитию шумовой и вибрационной болезней.

Особую актуальность проблема вибрации в жилых зданиях приобрела вследствие строительства метрополитена в крупных городах нашей страны и за рубежом. Наиболее благоприятные условия для распространения вибрации создаются при использовании неглубоких туннелей углубления, строительство которых является экономически целесообразным. Трассы метрополитена прокладывают под жилыми районами, а опыт эксплуатации подземных поездов свидетельствует о том, что вибрация проникает в жилые здания в радиусе 40-70 м от туннеля метрополитена.

Источники шума и вибрации на объектах торговли, службах быта и офисах, расположенных в полуподвальных и нижних этажах жилых зданий, создавая проблемные ситуации низкой шумо- и виброизоляции в зданиях, негативно влияя на состояние несущих и ограждающих конструкций.

Основным источником городского шума является автомобильный транспорт, главным образом грузовой. Повышается шум при эксплуатации транспортных средств с неисправными и неотрегулированными двигателями. Промышленные предприятия, расположенные вблизи жилой застройки, также являются источниками шума, но их действие "смягчается" при наличии шумозащитной зеленой массы. На большей части города, где преобладают частные домовладения, шумовая нагрузка не выше допустимой. Шумовой режим города прежде всего связан с проблемой развития и организации наземного транспорта. При высокой интенсивности движения городского транспорта на главных автомагистралях уровень шума достигает 75-80 дБ, а на территории ближайшей жилой застройки - 70-75 дБ.

Улицы, в большинстве своем узкие, делят городскую застройку на маломерные кварталы и образуют множество перекрестков в одном уровне. Кроме того, транспортные потоки не дифференцированы по видам автомобилей. Наблюдения показали, что в озелененных кварталах при движении грузового автотранспорта только на расстоянии не менее 150-200 м от проезжей части происходит снижение уровня шума до нормативного.

Города как источники теплового и радиационного загрязнения окружающей среды.

Закрытость городских территорий и концентрация большого числа источников тепловой энергии создают условия для формирования «тепловых куполов», которые полностью или частично охватывают контуры крупных городов во всём мире.

Взвешенные частицы в загрязнённой атмосфере города препятствуют попаданию на землю лучистой энергии Солнца. Эта энергия непосредственно расходуется на повышение температуры воздуха.

Повышению температуры в городе способствуют и другие факторы. Одни из них связаны с пониженной теплоотдачей, другие - с дополнительными источниками теплового воздействия (тепло жилых домов, заводов и др.).

В городах энергия не тратится на испарение дождевой воды, так как она стекает в канализацию. Взвешенные частицы, присутствующие в городском воздухе, замедляют теплоотдачу. В течение ночи отдача тепла в городе происходит медленнее, чем в поле, где тепло уносится ветром. Трубопроводы теплофикационной системы выделяют в окружающую среду 15-20% тепла, проходящего по ним.

Наблюдается тенденция к формированию обширных геотермических аномалий с превышением температуры над фоновой до 2-6 % в пределах городских территорий на средних глубинах (10-30 м). Это связано с работой скважин технического водоснабжения, кондиционеров большой мощности, наличием обогреваемых подземных сооружений и т.д.

Радиоактивное облучение связано с воздействием источников как естественного происхождения, так и созданных человеком. Основная часть получаемой жителями Земли дозы облучения обусловлена естественными источниками. Средняя годовая индивидуальная эквивалентная доза от них составляет 2 миллизиверта (мЗв). Для жителей горных местностей возрастает доля космического излучения в полученной за год эквивалентной индивидуальной дозе. Так, при подъеме от уровня моря до 2000 м облучение от космических лучей возрастает в несколько раз.

Повышение дозы облучения может быть вызвано использованием при строительстве зданий, дорог или планировке территорий материалов с высоким содержанием радионуклидов.

Опасным естественным источником облучения человека является газ радон. Он в 7,5 раза тяжелее воздуха, не имеет цвета и запаха. Радиоактивными свойствами обладают радон-222 и радон-220, которые являются продуктом распада радия-226. Радон выделяется из горных пород через почву и скапливается в помещениях первых этажей зданий, особенно при их недостаточной вентиляции. Определенный вклад в поступление радона в жилые помещения вносят материалы, из которых они построены, и вода, поступающая из скважин. Радон скапливается в ваннных комнатах, особенно при пользовании душем. В одном и том же городе концентрации радона могут различаться на два порядка в зависимости от архитектурно-планировочных решений зданий.

Источники радиоактивного излучения, созданные человеком (от светящихся циферблатов и аппаратов медицинской диагностики до атомного оружия

и атомной энергетики), привели к возрастанию как индивидуальных, так и коллективных доз облучения.

По оценкам международных организаций, основную дозу, получаемую человеком от техногенных источников радиации, вносят медицинские процедуры. Рентгенологическое обследование получило в мире очень широкое распространение (от 300 до 900 обследований в год на 1000 жителей, не считая «обязательной» флюорографии, в развитых странах). Дозы облучения, получаемые пациентами, во многом зависят от квалификации персонала и состояния оборудования.

Источники ионизирующего излучения используют во многих приборах, предназначенных для контроля качества продукции, в исследовательских целях и т.п. Возможность сверхнормативного облучения в этих случаях связана в основном с недостаточной квалификацией или безответственностью персонала. Для населения доза облучения, связанная с влиянием техногенных производственных источников, не должна превышать 1 мЗв/год.

Экологическая опасность видимых гомогенных и "агрессивных" полей в современной городской архитектуре, видеоурбоэкология.

При создании искусственной среды обитания человека мы должны учитывать насыщенность ее видимыми элементами. Но в большинстве случаев это требование нарушается, и создается противоестественная визуальная среда, в частности гомогенные и агрессивные видимые поля.

Гомогенное видимое поле представляет собой поверхность, на которой либо отсутствуют видимые элементы, либо их число минимально. Примерами гомогенных полей в городской среде являются панели большого размера, монолитное стекло, подземные переходы, асфальтовое покрытие, глухие заборы и крыши домов. В квартирах гомогенные поля начинаются с гладкой входной двери, продолжаются полированными стенками и шкафами и заканчиваются гладким пластиком на кухне.

Агрессивное видимое поле - это поле, на котором рассредоточено большое число одних и тех же элементов. Такую среду создают: - многоэтажные здания с большим числом окон на стене, - панели домов, облицованные стеклянной "ириской", - стены, облицованные кафельной плиткой, - кирпичная кладка с потайным швом, - двери, обитые "вагонкой", - всевозможные решетки, сетки, дырчатые плиты, гофрированный алюминий, шифер и т.п.

В агрессивной и гомогенной среде не могут полноценно работать фундаментальные механизмы зрения.

Результат воздействия такого поля на человека - дискомфорт, неприятные ощущения, даже тошнота. Перед храмом Василия Блаженного можно стоять часами и любоваться, архитектура его бесконечно сложна, а значит физического поля достаточно для работы глаза.

С точки зрения видеоэкологии агрессивные и гомогенные поля наносят наибольший вред нашему зрению и психике

Видеоэкология — это область знания о взаимодействии человека с окружающей видимой средой. Автором данного научного направления, а также термина является Филин В.А., сформулировавший его в 1989 году. Визуальная среда городского пространства стала настолько дискомфортна, что видеоэкология рассматривает ее как неблагоприятный экологический фактор.

Восприятие глухих торцов многоэтажных зданий находится в большой зависимости от освещённости, погоды и времени года. В вечернее время дня такая стена создает темное гомогенное поле, угнетающего вида. А в солнечный день — это яркая (белая) плоскость, на которую смотреть практически невозможно. При встрече с такими противоестественными полями глаз человека начинает работать, а длительном режиме поиска и не находит зрительного элемента для фиксации взгляда, что нарушает механизмы зрения, вызывает утомление, раздражение, дезинформирует мозг и, по сути, ведет к дезориентации в пространстве.

Балакина и Валеева в своем исследовании предположили, что безликая невыразительная однообразная застройка спальных кварталов провоцирует «бездуховность» ее жителей и способствует росту преступности, что подтверждается данными правоохранительных органов. Здесь важно заметить, что число горожан, которые ежедневно смотрят на многоэтажку, значительно превосходит число проживающих в этой многоэтажке. По мнению видеоэкологов, проживание и постоянное созерцание типовых кварталов многоэтажных домов может серьезно вредить психике, ведь человеческий глаз не терпит большого количества прямых углов и ребер и обилия плоскостей — ему нужны затейливые, «природные» линии и краски. Например, визуальное поле, создаваемое старинным малоэтажным зданием, оказывается благоприятно для человеческого взгляда. В своем исследовании, доктор биологических наук Филин В.А. утверждает, что архитектура воздействует на человека постоянно и большей частью подсознательно. Жизнерадостность жителей южных берегов Эллады, Италии и других благоприятных уголков Земли объясняется, по мнению Филина, именно комфортной видимой средой. «Окружающая красота — это ключ к решению многих проблем, она может полнить содержанием жизнь и «притянуть» человека к жизни. Именно к созданию красоты и должны стремиться архитекторы и другие специалисты, ответственные за среду города.

## 2. Вопросы к семинарскому занятию

- 1) Электромагнитные и электростатические поля.
- 2) Шумы и вибрации, источники шума, вибраций и специфика их воздействия.

3) Города как источники теплового и радиационного загрязнения окружающей среды.

4) Экологическая опасность видимых гомогенных и «агрессивных» полей в современной городской архитектуре, видеоурбоэкология.

### 3. Литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся в бакалавриате и специалитете / В. М. Минько, И. Ж. Титаренко, Н. А. Евдокимова [и др.] ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 379, [1] с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 377 (17 назв.) [3].

2. Поляков, Руслан Константинович. Институциональное управление: регионально-отраслевой подход : монография / Р. К. Поляков, Т. Е. Степанова, Н. В. Манохина ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 242, [1] с. : рис., табл. [5].

3. Суздалева, Антонина Львовна. Создание управляемых природно-технических систем : монография / А.Л. Суздалева – Москва : ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. – 160 с. [6].

### 4. Вопросы для самоконтроля

1) Перечислите антропогенные источники ЭМП.

2) Что представляет собой электромагнитный смог?

3) Как классифицируется электромагнитный смог?

4) Какими способами можно снизить уровень электромагнитного загрязнения?

5) Каковы основные источники шума и вибрации в городской среде?

6) Каковы причины формирования «тепловых куполов»?

7) С чем связано радиоактивное облучения в городах?

8) Что представляет собой гомогенное видимое поле?

9) Что представляет собой агрессивное видимое поле?

10) У чему должны стремиться архитекторы и другие специалисты, ответственные за среду города?

### **Текущий контроль**

Текущий контроль осуществляется после рассмотрения на практических занятиях соответствующих тем в форме тестовых заданий по отдельным темам в начале следующего практического занятия и занимает не более 7 – 10 минут.

Оценивание осуществляется по следующим критериям:

- «Отлично» - 81-100 % правильных ответов в тесте;
- «Хорошо» - 61-80 % правильных ответов в тесте;
- «Удовлетворительно» - 41-60 % правильных ответов в тесте;
- «Неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов в тесте.

Кроме того, к началу следующего занятия студенты должны самостоятельно подготовить ответы из предложенных в учебно-методическом пособии практических заданий после изучения соответствующей темы. Оценка «зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов составляет 50 и более %; оценка «не зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов менее 50 %.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Н. В. Косолапова, Н. А. Прокопенко ; под ред. Э. А. Арустамов. - 25-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2023. - 446 с. : ил., табл., схем.
2. Региональные проблемы природно-техногенных систем: сб. науч. трудов / Калинингр. гос. техн. ун-т; редкол.: В. А. Наумов [и др.]. - Калининград: КГТУ, 2020. - 98, [1] с.: ил.
3. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся в бакалавриате и специалитете / В. М. Минько, И. Ж. Титаренко, Н. А. Евдокимова [и др.] ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 379, [1] с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 377 (17 назв.).
4. Проблемы социокультурного и экономического развития Калининградской области: истор. аспект : коллектив. монография / Санкт-Петербург. ун-т технологий упр. и экономики, Калинингр. ин-т экономики ; под ред. В. А. Шахова. - Калининград : [б. и.], 2019. - 4,34 Мб : табл., рис.
5. Поляков, Руслан Константинович. Институциональное управление: регионально-отраслевой подход : монография / Р. К. Поляков, Т. Е. Степанова, Н. В. Манохина ; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2018. - 242, [1] с. : рис., табл.
6. Суздалева, Антонина Львовна. Создание управляемых природно-технических систем : монография / А.Л. Суздалева – Москва : ООО ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. – 160 с.

Локальный электронный методический материал

Титаренко Ирина Жоржевна

**УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
СИСТЕМОЙ ГОРОДА**

*Редактор И. В. Голубева*

Уч.-изд. л. 5,5. Печ. л. 4,6.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022, Калининград, Советский проспект, 1