

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

И. Ж. Титаренко

**УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
СИСТЕМОЙ ГОРОДА**

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

Калининград
2025

УДК 658.382.3

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 изучению дисциплины для студ., обучающихся в магистратуре по напр. подгот. 20.04.01 Техносферная безопасность / **И. Ж. Титаренко.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 69 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по изучению дисциплины «Управление природно-технической системой города» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность. В пособии представлены методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине, а также список рекомендуемых источников.

Список лит. – 6 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины 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.

УДК 658.382.3

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2025 г.
© Титаренко И.Ж., 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Тематический план по дисциплине и методические указания по её изучению.....	7
2. Типовые тестовые задания по дисциплине.....	60
3. Методические указания по выполнению контрольной работы.....	63
4. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	67
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие разработано для направления подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» по дисциплине «Управление природно-технической системой города», входящей в состав образовательной программы.

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, учитываяющих 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.

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, возникающие 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.

При изучении дисциплины используются компетенции, базовые знания, умения и навыки, полученные в процессе освоения следующих дисциплин образовательной программы бакалавриата: «Химия», «Физика», «Безопасность жизнедеятельности», «Промышленная экология» и др.

Студенты, приступающие к изучению данной дисциплины, для успешного ее освоения должны иметь представления о взаимодействии искусственных сооружений между собой и с окружающими их область элементами природной среды.

Дисциплина «Управление природно-технической системой города» формирует компетенции, используемые студентами в дальнейшей профессиональной деятельности.

Текущий контроль осуществляется после рассмотрения на лекциях соответствующих тем в форме тестовых заданий по отдельным темам. К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- задание для выполнения контрольной работы (для студентов заочной формы обучения).

Оценивание тестовых заданий закрытого типа осуществляется по системе зачтено/ не зачтено («зачтено» – 41-100 % правильных ответов; «не зачтено» – менее 40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» - от 41 до 60 % правильных ответов; оценка «хорошо» - от 61 до 80 % правильных ответов; оценка «отлично» - от 81 до 100 % правильных ответов).

Тестовые задания открытого типа оцениваются по системе «зачтено/ не зачтено». Оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. К зачету допускаются студенты, положительно аттестованные по результатам текущего контроля.

Итоговая оценка «зачтено» выставляется при условии, если студент:

- прошел все предусмотренные учебным планом виды занятий;
- выполнил все предусмотренные учебным планом виды работ;
- выполнившие контрольную работу (предусмотрено для студентов заочной формы обучения);
- прошел все установленные рабочей программой дисциплины виды текущего контроля на оценку не ниже «удовлетворительно».

Учебно-методическое пособие состоит из:

введения, где указаны: шифр, наименование направления подготовки (специальности); дисциплина учебного плана, для изучения которой оно предназначено; цель и планируемые результаты освоения дисциплины; место дисциплины в структуре ОПОП ВО; виды текущего контроля, последовательности его проведения, критерии и нормы оценки (отметки); форма проведения промежуточной аттестации; условия выставления зачета, критерии и нормы оценки (текущей и промежуточной аттестации);

основной части, которая содержит тематический план по дисциплине и методические указания по её изучению, методические указания по выполнению контрольной работы, методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине;

заключения;

списка рекомендуемых источников.

1. Тематический план по дисциплине и методические указания по ее изучению

Тема 1. Природно-технические системы. Основные понятия и термины

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Понятие природно-технической системы.
- 2) Определения, свойства категории природно-технических систем.
- 3) Типы сфер взаимодействия различных природно-технических систем.

Методические указания по проведению занятия

Природно-технической системой (ПТС) является любая совокупность природных, природно-техногенных и техногенных объектов, состояние и функционирование которых взаимосвязаны.

Они возникают во всех случаях, когда человеческая деятельность или ее продукты внедряются в природную среду и вступают во взаимодействие с ее элементами.

Совокупность подобных процессов, вызывающих трансформацию окружающей среды, обозначается обобщающим термином **«техногенез»**.

Произошедшая на современном этапе глобализация процессов техногенеза привела к тому, что сейчас практически все существующие экосистемы, в той или иной мере, превратились в природно-технические системы.

Говоря о естественных экосистемах, как правило, имеют в виду те из них, в которых техногенное воздействие еще не привело к заметным изменениям.

Техногенез окружающей среды может происходить в виде нежелательной трансформации условий и рассматриваться как побочный продукт различных видов человеческой деятельности.

Но он может осуществляться и как целенаправленное изменение окружающей среды. Например, это происходит при ирригации пустынь или осушении болот.

В соответствии с этим, возникающие в процессе техногенеза окружающей среды природно-технические системы условно можно разделить на две основные категории: **неуправляемые и управляемые**.

Существование спонтанно формирующихся **неуправляемых ПТС** практически всегда сопровождается ухудшением состояния окружающей среды.

Частично сохранившиеся в них естественные механизмы самоочищения и самовосстановления уже не способны противостоять внешним негативным воздействиям, уровень которых на участках, подверженных интенсивному техногенезу, как правило, возрастает.

Экологическая ситуация в **управляемых ПТС** определяется характером целей, которые преследуются при их создании.

Состояние окружающей среды в этих системах формируется и поддерживается работой специальных инженерно-технических объектов и устройств, а также комплексом спланированных мероприятий с использованием различных технических средств.

Такие ПТС обладают принципиально иными возможностями защиты от внешних неблагоприятных воздействий.

Это особенно актуально на современном этапе, когда сила и частота катастроф различного рода постоянно возрастает.

Например, развитие многих чрезвычайных ситуаций, обусловленных аномальными паводками, удается избежать, благодаря регулированию речного стока гидроэлектростанциями, которые можно рассматривать как центральное звено, потенциально управляемых ПТС.

Таким образом, целенаправленное формирование управляемых ПТС можно рассматривать как одну из форм охраны окружающей среды.

Но это не очередная попытка переделать ее по собственному усмотрению.

Основной целью в данном случае является разработка механизмов, способных воспрепятствовать экологической деградации окружающей среды, в условиях постоянно возрастающей антропогенной нагрузки, обусловленной ростом народонаселения планеты, объема мирового производства и урбанизации.

Уже сейчас создание управляемых ПТС, как способ сохранения благоприятных экологических условий, постепенно получает все большее распространение. Примером могут служить даже некоторые особо охраняемые природные объекты. Их существование поддерживается только благодаря работе искусственно созданных систем водоснабжения и водоотведения, а также постоянно проводимых мероприятий с использование технических средств (формирование противопожарных просек и др.). Однако подобные решения носят сугубо локальный и эмпирический характер. Выход данного перспективного направления на качественно новый уровень возможен только при развитии общетеоретической базы научных основ создания управляемых ПТС.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПТС И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Существующие ПТС представляют собой обширную категорию систем, отличающихся по своим

условиям создания,

масштабам,

механизму функционирования и
генезису.

Рассматривая классификацию ПТС по их **масштабам**, необходимо определить критерий, исходя из которого определяются их пространственные границы.

В качестве его целесообразно использовать дальность распространения значимого воздействия включаемых в данную ПТС инженерно-технических объектов.

В этом случае пространство, занимаемое конкретной ПТС, – это участок окружающей среды, условия в котором складываются под влиянием определенного объекта технической деятельности или совокупности таких объектов, влияние которых в целом можно рассматривать как единый фактор.

В соответствии с масштабами воздействия можно выделить:

локальные ПТС, образующиеся вокруг отдельного производственного объекта, и

региональные ПТС, техногенными элементами которых являются все промышленные предприятия данного региона. Обусловленное ими совокупное воздействие нередко необходимо исследовать как самостоятельный феномен. Например, это уровень загрязненности атмосферы или крупного водного объекта, формирующийся из многих различных источников.

В некоторых случаях можно также выделить **межрегиональные ПТС**, охватывающие несколько регионов, отличающихся по своим ландшафтно-климатическим и иным особенностям. К их числу в настоящее время можно отнести многие крупные речные бассейны, например бассейн р. Волги.

Наконец, классифицируя ПТС по их масштабности, в качестве их отдельного вида следует рассматривать **глобальную ПТС** – биотехносферу, в которой совокупные последствия технической деятельности (например, парниковый эффект) необходимо изучать на общепланетарном уровне.

Следует отметить, что каждый из выделенных по своим масштабам видов ПТС, хотя и может входить в состав ПТС более высокого ранга, является отдельной системой.

Исследование крупномасштабных ПТС не подменяет изучения входящих в их границы локальных ПТС.

Так, системное изучение процесса формирования качества окружающей среды на региональном уровне не дает исчерпывающего представления об экологической ситуации на участках локальных ПТС.

Точно также результаты изучения совокупности ПТС небольшого масштаба не в полной мере отражают структурно-функциональную организацию крупной ПТС, в состав которой они входят.

Классификация ПТС по механизму функционирования подразумевает их разделение на **неуправляемые, управляемые и потенциально управляемые**.

Состояние среды в неуправляемых ПТС целенаправленно не регулируется.

Вместе с тем, на входящие в них объекты распространяются все нормы действующего законодательства.

Органы исполнительной власти, в компетенцию которых входят контроль и надзор в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, отслеживают воздействие, оказываемое входящими в неуправляемые ПТС различными субъектами хозяйственной деятельности.

Контролируется также состояние природных и природно-антропогенных объектов.

Но организация контроля отдельных элементов ПТС не обеспечивает контроля за системой в целом и, тем более, управления ее состоянием.

Под управлением состоянием ПТС подразумевается наличие механизмов, способных при внешних воздействиях возвращать экологическую ситуацию в прежнее благополучное состояние или предотвращать внешние воздействия, способные его ухудшить.

В природных экосистемах эту функцию выполняли естественные процессы самоочищения и самовосстановления.

Уровень антропогенной нагрузки в ПТС во многих случаях значительно превышает возможности данных процессов у сохранившихся в них природных элементов.

Поэтому неуправляемые ПТС подвержены закономерной экологической деградации.

Меры по ограничительному контролю за деятельностью входящих в них субъектов хозяйственной деятельности способны лишь замедлить такой процесс.

Например, это происходит, когда органы исполнительной власти, осуществляющие контроль за сбросами группы предприятий, формирующих промышленную зону, ограничиваются установлением для каждого из них нормативно допустимого сброса (НДС).

Формально, отвечая по отдельности требованиям природоохранных нормативов, эти ограничения не обеспечивают сохранения благополучной экологической ситуации в водных объектах. Реки, протекающие через эти зоны, постепенно превращаются в сточные канавы. Изменить ситуацию может только создание систем водоочистки, которые следует рассматривать как элемент управления ПТС.

Состояние управляемых ПТС постоянно регулируется с целью поддержания в них безопасных условий для жизнедеятельности человека и благоприятной экологической ситуации.

Управление параметрами этих систем осуществляется или работой специального инженерно-технического объекта, или согласованной работой групп-

пы таких объектов, в совокупности выполняющих функцию «экологического регулятора».

Простейшим примером таких ПТС могут служить некоторые городские водные объекты, качество воды в которых, необходимое для существования обитающих в них организмов, и их эстетическая привлекательность обеспечиваются работой систем принудительной циркуляции и очистки вод.

Но функции экологического регулятора могут выполнять не только инженерно-технические объекты или системы.

Эту же роль играют и систематически проводимые мероприятия.

Так, сохранение в современных условиях лесных массивов во многом зависит от периодически проводимых противопожарных мероприятий (например, прокладки и расчистки просек).

Но поддерживаемые, благодаря технической деятельности человека, леса (а лесотехнические мероприятия являются одним из ее видов) представляют собой не естественные экосистемы, а управляемые ПТС.

Очевидно, что доля естественных элементов в их структурно функциональной организации превалирует, но технические факторы также играют значимую роль.

В зависимости от способа создания их регулятора управляемые ПТС можно условно разделить на две категории:

- *специализированные управляемые ПТС*, регулятор которых изначально создается с целью основного регулирования условий окружающей среды и сохранения благоприятной экологической ситуации;

- *оптимационные управляемые ПТС* – в качестве регуляторов которых используются подвергшиеся экологической оптимизации инженерно-технических системы, сооружения и объекты, первоначально создавшиеся с иными целями (примером являются ПТС, формирующиеся в зоне значимого влияния крупных ГЭС).

Потенциально управляемые ПТС имеют в своем составе инженерно-технический объект или систему, которые можно превратить в экологические регуляторы, управляя режимом работы или внося в их конструкцию определенные изменения.

Эти меры, обозначаемые термином «экологическая оптимизация», могут осуществляться как при проектировании инженерно-технических объектов, так и в ходе их эксплуатации.

Особую категорию управляемых ПТС составляют *«исторические природно-технические системы»*, целью создания которых является сохранение памятников истории и культуры в совокупности со свойственной им окружающей средой.

О значении, которое придается такой деятельности, свидетельствует тот факт, что это пока единственный вид ПТС, статус которого закреплен в действующей нормативно-правовой базе РФ.

Так, в п. 3.1.9 ГОСТ Р 56891.4-20161 (ГОСТ Р 56891.4-2016 Сохранение объектов культурного наследия. Термины и определения. Часть 4. Исторические территории и историко-культурные ландшафты.) дано следующее определение:

«историческая природно-техническая система (ИПТС) – природно-техническая система, в которой искусственной подсистемой является историческое сооружение».

В качестве разновидности ИПТС можно рассматривать «историческую гидросистему», которая, согласно п. 3.2.14. ГОСТ Р 56891.4-2016, представляет собой «единовременно или эволюционно сложившийся на исторической территории комплекс водоемов и гидротехнических инженерных сооружений».

В странах Западной Европы такими ИПТС в настоящее время являются не только старинные водяные мельницы, но и ГЭС, построенные в начале XX века.

Но в качестве экологических регуляторов эти гидротехнические сооружения используются только в комплексе с другими инженерно-техническими устройствами и систематическими мерами по поддержанию благополучного состояния окружающей среды.

ПТС можно классифицировать по их генезису, т.е. происхождению и механизму формирования. С этой точки зрения можно выделить **модификационные и конструкционные ПТС**.

Модификационные ПТС возникают в результате техногенеза природной среды, изначально не предусматривающего создание системы по управлению ее состоянием.

Примером могут служить лесопарковые зоны, которые являются остатками лесных массивов, существующих в районах городской застройки.

В ряде случаев в них способна сохраниться значительная часть флоры и фауны.

Но это происходит лишь в том случае, если в лесопарковых зонах систематически осуществляются специальные инженерно-технические мероприятия (вывоз мусора и др.) и создаются объекты экологически ориентированной инфраструктуры (шумозащитные экраны, системы отвода загрязненного поверхностного стока с прилегающей городской территории и т.п.).

Лесопарк в данном случае становится элементом благоустроенной урбосистемы, который можно рассматривать как один из видов управляемых ПТС.

Если подобная деятельность не осуществляется или проводится бессистемно, остатки лесного массива закономерно превращается в неорганизованную свалку, его биоразнообразие и рекреационный потенциал снижаются.

К категории модификационных ПТС можно условно отнести и природные экосистемы, изменения которых, обусловлены лишь глобальными факторами.

Так, нетронутые, точнее не испытывающие на себе влияния от непосредственного контакта ни с какими-либо видами технической деятельности, экосистемы тропических лесов или арктических озер трансформируются в результате развития парникового эффекта и иных техногенных факторов, способных оказывать дистанционное воздействие, например, кислотных дождей.

Строго говоря, в биотехносфере, где воздействие технической деятельности человека распространяется на все без исключения участки, естественных экосистем уже существовать не может.

Все входящие в ее состав природные объекты являются элементами ПТС.

Вместе с тем, с методологической точки зрения, участки окружающей среды, еще не претерпевшие существенных изменений, можно условно рассматривать как «естественные экосистемы, в целом сохранившие свою структурно-функциональную организацию в условиях глобального техногенеза».

Для краткости в дальнейшем они будут обозначаться как «сохранившиеся экосистемы».

Если процесс глобального техногенеза будет и в дальнейшем бесконтрольно усиливаться и расширяться, то «сохранившиеся экосистемы» начнут деградировать, проходя через ряд фаз, каждая из которых характеризуется упрощением их структуры, снижением биоразнообразия и природно-ресурсного.

Избежать этого можно только превратив их в управляемые ПТС.

Степень управления экологической ситуацией может колебаться в широких пределах.

Так, в настоящее время человечество пытается контролировать развитие парникового эффекта.

В контексте поднимаемых проблем это можно рассматривать и как попытку установления контроля над сохранившимися экосистемами, удаленными от промышленных зон на значительное расстояние.

Если в результате этой деятельности станет, например, возможным контролирование состава и количества атмосферных осадков, выпадающих в «дественных тропических лесах», то экосистемы этих лесов в определенной мере превратятся в модификационные управляемые ПТС.

Их состояние начинает зависеть от функционирования экологического регулятора, которым в данном случае является совокупность мер по сохранению благоприятной макроклиматической ситуации.

Конструкционные ПТС образуются в результате целенаправленной деятельности по созданию благоприятных условий на участках, где естественные экосистемы были ранее уничтожены.

Например, подобные ПТС создаются в настоящее время при расширении городской застройки.

Практически все крупные города, возникшие не позже конца XX века, в течение длительного исторического периода были окружены обширными свалками, которые обычно представляют собой неуправляемые ПТС, находящиеся на финальных стадиях экологической.

Возведению на этих участках жилых массивов обычно предшествует комплекс работ по рекультивации почвенного покрова и инженерно-экологическому обустройству территории, в форме озеленения этих участков, создания искусственных водных объектов.

В данном случае биотические элементы не сохраняются как остатки ранее существовавшей здесь природной среды, а целенаправленно встраиваются в искусственно создаваемую ПТС.

Дальнейшее существование этих объектов также возможно только при систематическом проведении инженерно-технических мероприятий.

В их отсутствии заброшенные озелененные участки превращаются либо в замусоренные заросли рудеральной (растительность, формирующаяся на мусоре и свалках) растительности, либо практически исчезают по причине отсутствия полива и других мер, необходимых для поддержки их существования в техногенной среде.

Создание конструкционных ПТС на месте уничтоженных природных экосистем можно рассматривать как особый случай техногенеза окружающей среды – *креативный техногенез*.

Этим термином обозначается вид техногенеза, при котором в ходе человеческой деятельности возникает новый природно-техногенный объект с целенаправленно формируемыми благоприятными экологическими условиями.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1,2,6].

Вопросы к занятию

- 1) Дайте определение природно-технических систем.
- 2) Виды техногенеза окружающей среды.
- 3) Какие категории ПТС возникают в процессе техногенеза окружающей среды?
- 4) Чем характеризует экологическая ситуация в управляемых и неуправляемых ПТС?
- 5) Классификация ПТС.

- 6) Экологический регулятор, его функции.
- 7) На какие категории делятся управляемые ПТС в зависимости от способа создания их регулятора?
- 8) Что относится к креативному техногенезу?

Рекомендуемая литература по теме 1: [1,2,6].

Тема 2. Создание управляемых ПТС

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Общая схема создания управляемых ПТС
- 2) ПТС как структурный элемент биотехносферы.
- 3) Развитие процесса техногенеза окружающей среды.

Методические указания по проведению занятия

Процесс создания управляемых ПТС окружающей среды можно представить в виде обобщенной схемы, включающей следующие последовательно выполняемые этапы:

1 этап. Создание экологического регулятора ПТС, т.е. экологическая оптимизация конкретного инженерно-технического объекта, способного выполнять данную функцию или разработка комплекса мероприятий, обеспечивающих устойчивое сохранения благоприятной экологической ситуации на определенном участке.

Экологический регулятор может быть:

- индивидуальным, т.е. представляющим собой единый объект – центральное звено, от которого зависят все остальные элементы управляемой ПТС. Его нельзя разделить на несколько частей, выполняющих в полном объеме функцию экологического регулятора. Примером может служить экологически оптимизированная ГЭС, от режима работы которой зависит обширный комплекс объектов в ее верхнем и нижнем бьефах, а также на прилегающей территории;

- групповым, состоящим из группы технологически связанных объектов, которые могут играть роль нескольких самостоятельных экологических регуляторов или объединяться, составляя единый регулятор. Примером может служить, каскад ГЭС;

- комплексным, при котором управление ПТС происходит в результате работы объектов, которые между собой технологически не связаны, но их скординированная деятельность, управляемая из единого центра, может выполнять функцию экологического регулятора. Примером является деятельность комплекса городских служб и работы коммунальных объектов, обеспечивающих уборку улиц и вывоз мусора, водоснабжение, водоотведение и иные мероприятия, проведение которых обеспечивает стабильность благоприятной эколо-

гической ситуации в ПТС (урбосистеме), образующейся в пределах городской застройки.

2 этап. Установление основных параметров управляемой ПТС – границ системы и функций, выполняемых ее регулятором. Границей управляемой ПТС является черта, за пределами которой ее регулятор не способен оказывать значимое влияние на экологическую обстановку. Исходя из наблюдаемой степени значимости регуляторной функции установить четкие границы управляемой ПТС во многих случаях затруднительно. Размеры зоны значимого воздействия регулятора могут изменяться, например, в зависимости от гидрометеорологических условий. Поэтому границы управляемых ПТС необходимо официально фиксировать, включая в нее только участки, в которых регулятор с высокой долей вероятности способен:

- оперативно предотвращать развитие негативных процессов и явлений, создающих угрозу ухудшения экологических условий, т.е. выполнять природоохранную функцию;
- обеспечивать защиту элементов системы от воздействия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Этую задачу регулятора можно обозначить термином «средозащитная функция».

3 этап. Субъективизация элементов управляемой ПТС – установление круга юридических лиц, ответственных за объекты, являющиеся элементами ПТС, и заинтересованные в сохранении благоприятных экологических условий на участках их размещения. Для обозначения этих лиц в современной научной литературе используется термин «стейкхолдеры». Субъективизация должна в полной мере распространяться и на участки природной среды, находящиеся в границах управляемой ПТС и становящиеся ее элементами. У каждого такого участка также существует физическое лицо или организация, несущая ответственность за его состояние.

4 этап. Формирование управляемой ПТС, т.е. установление официальных взаимоотношений между ее регулятором и стейкхолдерами. В их основе могут лежать различные процессы и явления. Например, экологически оптимизированная ГЭС может защищать объекты, входящие в ПТС, от затопления и подтопления, обеспечивать устойчивую работу источников водоснабжения и т.п. Упорядочение этих отношений требует выработки обобщающего критерия, дающего возможность оценить масштаб и функции регулятора. Сложность заключается в том, что такой критерий должен быть применим к самым различным категориям объектов от завода до озера. Исходя из смысла поставленной задачи, критерий должен отражать связь компонентов системы в единое целое, характеризовать степень зависимости регулируемых объектов от регулятора. Для этой цели может быть использован показатель, который можно обозначить как «индекс зависимости-уязвимости» (ИЗУ), отражающий реальную и/или по-

тенциальную зависимость влияния регулятора на выход процесса, осуществляющегося на конкретном объекте. Термины «процесс» и «выход процесса» в данном случае следует трактовать в самом широком смысле. Для предприятий «процесс» – это производственный процесс, выходом которого является объем (стоимость) продукции. Для экосистем под «выходом процесса» целесообразно понимать их продуктивность (при условии стабильности их структурно-функциональной организации). Для свалки «выходом процесса» могут являться накопленные на ней отходы, а показатель ИЗУ для данного объекта будет отражать вероятность их неконтролируемого распространение в среде, например, при наводнении. При этом следует еще раз подчеркнуть, что показатель ИЗУ не отражает состояние самого объекта, хотя и зависит от него. В общей форме вычисление ИУЗ должно осуществляться по следующему алгоритму:

$$\text{ИЗУ} \subset f(P, D, S),$$

где P – вероятность воздействия на выход процесса; D – выход процесса; S – показатель, характеризующий значимость воздействия на выход процесса (экологическую и/или социально-экологическую опасность).

Важнейшим условием формирования управляемых ПТС является экономическая обоснованность данной деятельности. Выполнение функций экологического регулятора требует дополнительных затрат. Очевидно, что на практике существование управляемой ПТС возможно только при условии, когда эти затраты не только компенсируются, но и приносят финансовую выгоду. Данная задача может быть решена в форме экологического страхования стейкхолдеров, исходя из расчета ИЗУ.

5 этап. Разработка механизма взаимодействия управляемой ПТС с аналогичными системами. Результатом может стать создание уже упоминавшегося комплексного регулятора из каскада ГЭС.

ПТС как структурный элемент биотехносферы. Общие тенденции формирования ПТС нельзя рассматривать в отрыве от процесса глобального техногенеза, в результате которого возникшая в процессе естественного развития биосфера Земли переходит в состояние, для обозначения которого нередко используется термин «биотехносфера». Несмотря на то, что в научной литературе данный термин уже получил достаточно широкое распространение, его общепринятого определения до сих пор не существует. Отсутствует и единое мнение о том, кто впервые ввел данное понятие.

Являясь результатом неуправляемого глобального техногенеза, сопровождающегося повсеместным разрушением различных компонентов природной среды и связей между ними, биотехносфера на современном этапе еще не утратила свою целостность как единая система. Но состав формирующих ее элементов и характер их взаимосвязи все больше отличаются от существовавших в естественной биосфере. Для описания процесса формирования биотехносферы

необходимо уточнить некоторые понятия. Под структурно функциональной организацией биотехносфера понимается комплекс материальных тел (структурных элементов данной системы), связанных в единое целое вещественными и энергетическими потоками (функциональными связями). Биотехносфера, как и естественная биосфера, представляет собой иерархию системных образований. Отличие заключается в том, что биосфера состояла из естественных экосистем различного масштаба – от микроэкосистемы временного водоема до мегаэкосистемы Мирового океана. Системы же, слагающие биотехносферу, по своему генезису разнородны. Они образуют своеобразную мозаику из взаимодействующих сохранившихся экосистем и различного рода ПТС (неуправляемых и управляемых). Примером может служить речной бассейн с зарегулированным стоком. В целом он является потенциально управляемой ПТС. Значительная часть водосборной площади подобного речного бассейна может быть занята сохранившимися экосистемами, например, экосистемами озерно-болотных ландшафтов. Водохранилища многих ГЭС уже сейчас можно рассматривать как регулируемые ПТС. На некоторых из них, например, систематически осуществляются так называемые «санитарные» и «экологические попуски вод», регулирующие экологическую ситуацию на расположенных ниже по течению обширных участках реки и прилегающих к ним территориях.

К категории регулируемых ПТС можно отнести и большинство гидромелиоративных систем, созданных на базе этого бассейна. На базе других гидротехнических сооружений, режим работы которых не корректировался в процессе экологической оптимизации, формируются потенциально управляемые ПТС. Некоторые участки водотоков, подвергшиеся различным формам техногенеза, не позволяющим использовать созданные техногенные объекты для регулирования экологической ситуации, являются неуправляемыми ПТС. Например, это спрямленные участки русел с облицованными мелководьями, не допускающими развития на них пояса высшей водной растительности. Все эти экосистемы и ПТС являются элементами (подсистемами) ПТС, охватывающей весь участок зарегулированного речного бассейна. Некоторые экологические процессы целесообразно рассматривать именно на этом иерархическом уровне. К ним, например, относится процесс формирования качества вод в среднем и нижнем течении основного водотока данного бассейна.

В развитии структурно-функциональной организации современной биотехносфера наблюдаются две основные тенденции. Первая из них очевидна и на данный момент имеет преобладающее значение. Это превращение все большего количества сохранившихся экосистем в ПТС, которые в подавляющем большинстве случаев можно отнести к категории неуправляемых. Данный экологической деградацией процесс сопровождается значительных участков окружающей среды. Происходит неконтролируемое изменение основных функцио-

нальных связей – биогеохимических циклов. Из них значительное внимание – по причине заметности внешних проявлений – в настоящее время привлек к себе только цикл углерода. В результате развития парникового эффекта происходит не только глобальные климатические изменения, но и нарушение сложившихся систем атмосферной и океанической циркуляции. Это, в свою очередь, влечет за собой учащение различных катастрофических явлений гидрометеорологического характера (наводнений и др.). Их сила и частота в последние десятилетия возросли в несколько раз. В обозримом будущем ожидается их дальнейший рост не менее, чем в пятикратном масштабе. Изменение количества атмосферных осадков, обусловленное развитием парникового эффекта, может иметь крайне нежелательные последствия и в тех случаях, когда этот процессносит относительно плавный характер. Обширные, некогда достаточно плодородные области постепенно превращаются в пустыни. Причем это происходит именно в тех районах, где плотность народонаселения особенно велика.

Не меньшие по своей катастрофичности эффекты могут принести неконтролируемые изменения биогеохимических циклов других элементов, например, фосфора. Прогнозируемое в недалеком будущем исчерпание запасов минерального сырья для производства фосфорных удобрений грозит резким снижением урожайности сельскохозяйственных культур и резким усилением продовольственного кризиса. Естественный же процесс образования фосфорсодержащих осадочных пород занимает не менее нескольких десятков миллионов лет.

Таким образом, первая тенденция развития биотехносферы это ее неуправляемая деградация, создающая не только угрозу утраты биоразнообразия, но и способная в ближайшей перспективе нарушить нормальные условия жизнедеятельности значительной части населения планеты. Вторая тенденция – это создание иерархии управляемых ПТС, обеспечивающих сохранение благоприятных экологических условий сначала на отдельных участках окружающей среды, а затем постепенно охватывающих все пространство биотехносферы, превращая ее в управляемую систему планетарного масштаба. Реализация этой тенденции способно обеспечить устойчивое развитие человечества и сохранение биоразнообразия других форм жизни.

Подавляющее большинство существующих в настоящее время управляемых ПТС по масштабам можно отнести к категории локальных. Очевидно, что даже большое количество подобных систем неспособно остановить деградацию биотехносферы. Основную роль в этом процессе должны сыграть региональные управляемые ПТС, начинающие формироваться в настоящее время. Прежде всего, это ПТС, создаваемые на основе экологически оптимизированных гидроэлектростанций. Вероятно, эта тенденция получит и дальнейшее развитие в более крупных масштабах. В ближайшие годы по прогнозам специалистов насту-

пит так называемый «мировой кризис водопотребления», т.е. острый дефицит пресной воды в ряде густонаселенных регионов. Решение этой проблемы обусловливает настоятельную необходимость в формировании управляемых ПТС межрегионального масштаба, на основе строительства систем межбассейновой переброски вод. Это создает реальную основу для объединения в единую систему региональных ПТС и развития иерархической структуры управляемой биотехносферы.

Несмотря на теоретическую перспективность замещения иерархии экосистем, ранее существовавшей, иерархией управляемых ПТС к решению этого вопроса на практике следует относиться крайне осторожно. Процесс внедрения любой системы управления подразумевает предварительные испытания и возможность внесения корректировок. Если подобные проекты сразу осуществляются в крупных масштабах, велика вероятность катастрофических явлений. Данное противоречие, заключающееся в необходимости построения глобальной системы управления окружающей средой и высоким риском крупномасштабного ухудшения состояния среды в ходе данного процесса, можно разрешить, если разработка механизмов экологического управления будет осуществляться на основе, так называемой, методологии «восходящего проектирования» (bottom-up approach). Она заключается в создании отдельных объектов, изначально предназначенных для последующего объединения в единую систему. В нашем случае такими объектами являются ПТС локального и регионального масштабов. Результаты функционирования таких первичных систем анализируются, и лишь после этого они постепенно включаются в качестве элементов в ПТС более высокого уровня.

Так, создание управляемых региональных ПТС на базе ГЭС позволяет отработать механизмы управления ими, которые можно использовать уже на уровне гидроэнергетического каскада. Создание систем межбассейновой переброски вод станет экологически оправданным только в том случае, если объем транспортируемых вод будет рассчитываться с учетом экологических интересов региональной ПТС – донора этой системы. Например, когда переброске в другой регион будет подлежать избыток воды, создающий в речном бассейне, из которого он изымается, угрозу нежелательного наводнения. В этом случае цель подобного проекта будет заключаться не в строительстве гидротехнической системы, способной оказать негативное воздействие на окружающую среду, а в создании межрегиональную управляемой ПТС, поддерживающей благоприятную экологическую ситуацию одновременно в нескольких регионах.

Таким образом, не следует пытаться в рамках единого проекта создать управляемую биотехносферу. Даже в том маловероятном случае, когда такая деятельность будет профинансирована, следует иметь в виду, что ее конечные результаты нельзя спрогнозировать в той степени, чтобы исключить риск круп-

номасштабных катастрофических последствий. Построение управляемой биотехносфера может осуществляться только в форме постепенной замены иерархии экосистем аналогичной иерархией регулируемых ПТС. Все этапы этой деятельности должны сопровождаться тщательным анализом возможных экологических последствий. Их прогноз должен основываться на альтернативной основе, подразумевающей сравнение прогнозируемых результатов осуществления проекта с так называемым нулевым вариантом, т.е. результатами анализа перспектив развития экологической ситуации в случае отказа реализации проекта. Подобный подход, в полной мере соответствующий законодательным нормам проведения государственной экологической экспертизы проектов, очень важен.

Любая деятельность, обуславливающая крупномасштабный техногенез окружающей среды всегда сопряжена с какими-то негативными воздействиями. Но их оценка должна строиться не на определении возможного экологического ущерба, а на его сравнении с тем ущербом, который будет нанесен окружающей среде в обозримом будущем, при отказе от создания управляемых ПТС.

Развитие процесса техногенеза окружающей среды. Человеческая деятельность приводила к трансформации значительных участков природной среды в ПТС, начиная с первых этапов развития цивилизации. С ростом народонаселения Земли и уровня технологического развития процесс техногенеза окружающей среды углублялся и охватывал все большее пространство. Но долгое время он носил ограниченный характер. Еще в период промышленной революции VIII-XIX вв. человечество могло сосуществовать с почти безжизненными и бесконтрольно загрязняемыми промзонами. Эти зачатки техносферы носили локальный характер и даже на территориях стран Западной Европы были окружены естественными экосистемами, в значительной мере способными нейтрализовать распространяющиеся из них негативные воздействия. Более того, эти экосистемы оказывали позитивное воздействие на среду внутри промзон. Относительно небольшие по современным меркам промышленные центры того времени периодически «продувались» чистым воздухом извне. Живущие в них люди могли отдыхать в их окрестностях с достаточно благоприятными экологическими условиями. Таким образом, негативные экологические воздействия, обусловленные техногенезом, могли проявляться лишь на отдельных участках биосферы, не затрагивая ее остального пространства.

Следует также отметить, что существование промзон периода промышленной революции и тем более центров производственной деятельности предшествующих эпох не вызывало полного исчезновения каких-либо видов. Основную угрозу биоразнообразию представлял в то время перепромысел хозяйственно-ценных животных и растений.

Ситуация начала принципиально изменяться в конце XIX – начале XX в., когда процессы техногенеза окружающей среды сначала приобрели межрегио-

нальный, а затем и глобальный характер, т.е. с началом формирования биотехносферы. Благотворное влияние на промзоны окружающих их природных экосистем резко снизилось. Напротив, интенсивность воздействия на природную среду со стороны участков техносферы значительно возросла. Естественные гомеостатические механизмы природных экосистем уже стали неспособны его нейтрализовать. В качестве одного из первых проявлений глобального техногенеза можно рассматривать развитие парникового эффекта. Оно началось с того момента, когда промышленные выбросы углекислого газа уже не могли в полном объеме изыматься из атмосферы фотосинтезирующими организмами. Обусловленные парниковым эффектом климатические изменения стали оказывать воздействие практически на все земные экосистемы, вне зависимости от их удаленности от промзон.

Интенсивное хозяйственное освоение все новых территорий и их природных ресурсов, сопровождающиеся урбанизацией значительных участков, лишила многие виды организмов значительной части среды их обитания. Причиной этого было, например, зарегулирование стока речных бассейнов и загрязнение их вод. Основной угрозой утраты биоразнообразия постепенно становится не хищнический промысел организмов как ранее, а утрата их местообитаний и формирование экологических условий, неприемлемых для их существования.

В условиях неконтролируемого глобального техногенеза благоприятных условий для жизни лишилась и значительная часть человечества. И это не только загрязнение воды и воздуха, создающее прямую угрозу для здоровья. Люди продолжают оставаться биологическими организмами, для жизни которых необходимо сохранение природных ресурсов: лесных массивов, обеспечивающих необходимое качество атмосферного воздуха, водоемов, использующихся в качестве источников водоснабжения и др. Кроме того, большое значение для человека имеет зрительный контакт с элементами природной среды, получение эстетического удовлетворения от среды, в которой он живет. Недостаточность позитива в ее восприятии вызывает расстройства психики и комплекс иных заболеваний. Но сохранить необходимые для выживания человека компоненты окружающей среды в настоящее время на многих участках планеты можно только искусственно, используя для этого различные инженерно-технические системы. По этим причинам на современном этапе и возникла необходимость создания управляемых или хотя бы частично управляемых ПТС, позволяющих поддерживать и регулировать состояние окружающей среды, не допуская ее ухудшение до уровня, оказывающего негативное воздействие на человека и другие организмы.

Процессы техногенеза в атмосфере, гидросфере, педосфере и литосфере имеют свою специфику. Различны и возможные подходы к улучшению их состояния, на основе создания управляемых ПТС.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1,2,6].

Вопросы к занятию

- 1) Этапы процесса создания управляемых ПТС.
- 2) В чем заключается мировой кризис водопотребления»?
- 3) В чем суть методологии «восходящего проектирования»?
- 4) Создание управляемых региональных ПТС на базе ГЭС, механизмы управления.
- 5) К каким последствиям для здоровья человека может привести отсутствие зрительного контакта с элементами природной среды?

Рекомендуемая литература по теме 2: [1,2,6].

Тема 3. Техногенез атмосферы

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Структура и основные свойства воздушной среды
- 2) Парниковый эффект
- 3) Возможности управляемых ПТС по предотвращению развития парникового эффекта.

Методические указания по проведению занятия

Основными свойствами атмосферы являются: стратификация, большой диапазон колебания условий, детерминированная высокоскоростная динамика, высокая степень взаимодействия с водной оболочкой планеты, чувствительность и масштабность реакции на катастрофические явления,

Стратификация, то есть постоянное разделение на несколько слоев, физико-химические свойства которых отличны. Нижний, прилегающий к земной поверхности слой, называется тропосферой. Он простирается на высоту до 16-18 км на экваторе, 10-12 км над умеренными широтами и 8-10 км над полюсами. В тропосфере содержится 4/5 всей массы атмосферного воздуха, и обитают все представители наземно-воздушной биоты. Поэтому в экологии используется также термин тропобиосфера, под которым понимают часть атмосферы, постоянно населенную живыми организмами. Однако эти зоны не совпадают. Верхней границей тропобиосферы считают высоту 6-6,2 км. Зона, в которой может постоянно существовать человек, еще более узка – не более 4 км от уровня моря.

Большой диапазон колебания условий. Прежде всего, это касается таких важных как для жизни организмов, так и жизнедеятельности людей параметров как температура и влажность приземного воздуха. Согласно наблюдениям, сделанным со спутников, рекордно низкая температура ($-93,2^{\circ}\text{C}$) была отмечена в Антарктиде 10 августа 2010 г., а абсолютный рекорд экстремально высокой температуры воздуха ($+70,7^{\circ}\text{C}$) был зафиксирован в 2005 году в солончаковой пустыне Деште-Лут на юго-западе Ирана. Однако для большинства участков земной поверхности диапазон изменений температуры воздуха в прилегающих нижних слоях атмосферы значительно более узок.

Детерминированная высокоскоростная динамичность. Атмосфера состоит из отдельных воздушных масс, находящихся в постоянном движении. Но характер этого движения, хотя и подвержен значительным флюктуациям, в целом достаточно постоянен, образуя систему атмосферной циркуляции. В биосфере, пребывающей в устойчивом состоянии, пути движения воздушных масс в достаточной степени детерминированы. Примером может служить западно-восточный перенос воздушных масс над Евразией.

Высокая степень взаимодействия с водной оболочкой планеты. Между этими макроэлементами биосфера происходит постоянной интенсивный обмен веществом и энергией. Примером может служить «эффект Эль-Ниньо», когда локальное изменение температуры поверхности океана, в течение нескольких дней посредством атмосферной циркуляции оказывает значимое влияния на регионы, удаленные от него на тысячи километров.

Чувствительность и масштабность реакции на катастрофические явления как природного, так и техногенного характера. Под этим понимается свойство атмосферы стремительно изменять свой состав во время подобных событий и, благодаря высокой динамичности, быстро распространять их негативные воздействия на большие расстояния. Реакция воздушной оболочки Земли несравнима по масштабам и скорости, например, с реакцией гидросферы. Например, при сильных вулканических извержениях или падениях крупных метеоритов химический и механический состав значительной части атмосферы изменяются в течение нескольких часов. По достижению определенного уровня эти процессы, благодаря системе атмосферной циркуляции, быстро (в течение нескольких месяцев и даже нескольких суток) способны принять глобальный масштаб.

Благодаря перечисленным выше свойствам атмосферы, проявления многих техногенных воздействий в течение кратчайшего времени достигают значительных масштабов и могут иметь катастрофические последствия. Ограничительные природоохранные мероприятия в настоящее время уже нередко не способны предотвратить подобные события. Необходимо активное вмешательство в эти процессы в виде создания управляемых ПТС, несущих природоохранную и средозащитную функции. Рассмотрим их возможности в сфере противодействия развития парникового эффекта и глобализации загрязнения воздушной среды.

Парниковый эффект. Термин «парниковый эффект» используется для атмосферы, обозначения процесса повышения температуры приземных слоев в результате поглощения в них длинноволнового (инфракрасного) излучения, исходящего от нагреваемой Солнцем земной поверхности. Это происходит благодаря наличию в воздушной среде ряда веществ, которые называют парниковыми газами. Основными из них считаются: диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O), тропосферный озон (O_3) и водяной пар (H_2O). Существует и другие вещества, имеющие чисто техногенное происхождение, например, галогеноуглероды, которые в соответствии с Монреальским протоколом также относят к парниковым газам.

Содержание парниковых газов в атмосфере всегда определялось не только процессами их поступления в нее, называемыми эмиссией, но и процессами их изъятия в результате перехода в другие элементы биосферы – стоком парниковых газов. Таким образом, парниковый эффект – это результат баланса двух разнонаправленных процессов. В упрощенном виде формирование парникового эффекта можно уподобить известной школьной задаче о вычислении скорости наполнения водой бассейна с трубами, по одной из которых вода в него втекает, а по другой вытекает.

Основными источниками парниковых газов считаются различные виды добываемого ископаемого топлива, сжигание которого обуславливает эмиссию CO_2 , и отходы сельского хозяйства, хранение которых сопровождается эмиссией метана. Ими могут являться и объекты, выделение парниковых газов в атмосферу из которых носит сугубо естественный характер. Например, это разлагающееся органическое вещество почв, гниющая древесина лесов и др. Но многие из этих естественных процессов провоцируются техногенезом окружающей среды. Например, эмиссией парниковых газов, обусловленной естественными процессами разложения, сопровождается затопление земель при организации водохранилищ.

В отличие от процессов эмиссии парниковых газов, в основном обусловленной человеческой деятельностью, процессы их стока продолжают носить естественный характер. Основными резервуарами, в которых накапливается изъятый из атмосферы углерод, являются растительность, Мировой океан и болота. Все эти естественные поглотители парниковых газов представляют собой динамические системы, в которых процессы связывания парниковых газов происходят одновременно с процессами, ведущими к их высвобождению в атмосферу. Баланс этих процессов и длительность пребывания углерода в связанном состоянии зависят от многих факторов.

Условно негативные явления, спровоцированные развитием парникового эффекта, можно разделить на две группы:

Процессы, непосредственно связанные с повышением температуры окружающей среды. Примером, может служить наблюдающееся сейчас опустынивание и оstepнение ряда регионов. Из-за резких климатических изменений на этих обширных территориях происходит уничтожение большинства ранее существовавших экосистем.

Косвенные последствия глобального потепления. Их основными проявлениями являются:

- перераспределение ресурсов питьевой воды, связанное со спровоцированными потеплением изменениями в характере атмосферной и океанической циркуляции;
- увеличение по той же причине частоты и силы чрезвычайных ситуаций гидрометеорологического характера (засух, наводнений и ураганов) и иного характера (например, лесных пожаров). Изменение климата влечет за собой необходимость коренного преобразования форм хозяйствования и инфраструктуры.

Если рассматривать развитие парникового эффекта как процесс, протекающий в неуправляемой ПТС глобального масштаба, то всю совокупность разнородных явлений, обуславливающих его развитие, можно свести в единую систему, классифицировав их следующим образом:

Техногенная эмиссия парниковых газов, сопровождающая различные виды человеческой деятельности, включая сельское хозяйство.

Техногенный сток парниковых газов, т.е. целенаправленная человеческая деятельность по изъятию из атмосферы парниковых газов.

Природная эмиссия парниковых газов – совокупность естественных процессов, приводящих к поступлению парниковых газов в атмосферу. Примером могут служить извержения вулканов, естественные лесные пожары.

Природный сток парниковых газов из атмосферы в ходе фотосинтеза растительности, в процессе их поглощения водами Мирового океана и т.п.

Природно-техногенные процессы эмиссии и стока парниковых газов. К ним можно отнести всю совокупность природных явлений, сопровождающихся поступлением в атмосферу парниковых газов и изъятием их из нее, интенсивность развития которых провоцируется техногенезом окружающей среды.

В соответствии с приведенной выше классификацией в качестве основных путей борьбы с парниковым эффектом, точнее – мер по снижению скорости его развития, следует рассматривать:

- ограничение техногенной эмиссии парниковых газов с объектов промышленного и сельскохозяйственного производства;
- изъятие парниковых газов из атмосферы с помощью инженерно-технических систем и создание объектов для длительного хранения, т.е. организацию техногенного стока парниковых газов;
- создание специализированных управляемых ПТС, функционирование которых обеспечивает природно-техногенный сток парниковых газов.

Создание специализированных управляемых ПТС, функционирование которых приводит к аналогичным результатам. Концепция управляемой биотехносферы подразумевает организацию мер по предотвращению развития парникового эффекта на основе комплексного регулирования как процессов эмиссии, так и стока его агентов. Примерами этой деятельности являются:

- сохранение в составе управляемых ПТС болотных массивов, поглощающих на длительный срок значительное количества парниковых газов;
- создание управляемых ПТС, в форме специализированных лесных хозяйств, а также хозяйств агрокультуры и аквакультуры, функционирование которых обеспечивает сток из атмосферы значительного количества CO_2 .

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1,3,6].

Вопросы к занятию

- 1) Каковы основные свойства атмосферы?
- 2) В чем заключается процесс стратификации?
- 3) В чем суть процесса детерминированной высокоскоростной динамиичности?
- 4) Дайте определение «парникового эффекта»?
- 5) Перечислите основные источники парниковых газов.

- 6) Что представляют собой естественные поглотители парниковых газов?
- 7) На какие группы можно разделить процессы, непосредственно связанные с повышением температуры окружающей среды?
- 8) Классификация явлений, обусловливающих развитие парникового эффекта.
- 9) Каковы основные пути борьбы с парниковым эффектом?

Рекомендуемая литература по теме 3: [1,3,6].

Тема 4. Управляемые ПТС как способ борьбы с глобальным загрязнением воздушной среды

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Формы загрязнения атмосферы.
- 2) Придание управляемой ПТС функции регулятора стока.

Методические указания по проведению занятия

Загрязнение атмосферы происходит одновременно в виде нескольких процессов, природа агентов которых принципиальна различается. К наиболее значимым из них, достигшим к настоящему времени глобальных масштабов или закономерно приближающихся к ним, следует отнести следующие формы загрязнения: радиоактивное; механическое (аэрозольное); химическое; тепловое (энергетическое); вторичное, агенты которого образуются в ходе физико-химических процессов, протекающих под воздействием техногенных факторов непосредственно в атмосфере.

Радиоактивное загрязнение атмосферы обусловлено присутствием в ней веществ, содержащих нестабильные изотопы – радионуклиды. Глобализацию этой формы загрязнения обычно связывают с периодом проведения интенсивных наземных и воздушных ядерных испытаний. Попавшие в атмосферу радионуклиды в течение короткого времени переносились воздушными потоками на огромные расстояния.

Механическое загрязнение атмосферы обусловлено присутствием в ней различных частиц техногенного происхождения, которые при анализе их воздействия на окружающую среду следует рассматривать как химически инертные. Подобное искусственное абстрагирование физических свойств аэрозолей от присущих им же химических свойств необходимо для выделения ряда важных эффектов.

По происхождению аэрозоли можно разделить на две группы:

- диспергационные аэрозоли, образующиеся при измельчении твердых или жидких материалов;
- конденсационные аэрозоли, возникающие в процессе конденсации пересыщенных паров или при взаимодействии газов с образованием нелетучих продуктов.

Диспергационные аэрозоли с твердыми частицами называют пылями. Конденсационные аэрозоли с твердой или смешанной дисперсной фазой – дымами. Диспергационные и конденсационные аэрозоли с жидкой фазой называ-

ют туманами. Поступление в атмосферу техногенных аэрозолей происходит в результате самых различных видов человеческой деятельности:

- выбросов промышленных предприятий;
- взрывных работ;
- дефляции (ветровой эрозии), спровоцированной нарушением почвенно-растительного покрова.

Химическое загрязнение атмосферы, т.е. поступление в нее химически активных веществ также сопровождало весь путь промышленного развития. Источники и агенты данного вида загрязнения весьма многочисленны и разнообразны.

Тепловое загрязнение атмосферы, вызываемое ее непосредственным подогревом. Значительная часть используемых человеком энергетических ресурсов рассеивается в форме тепловой энергии. В связи с этим высказывалось мнение, что чем более высокими темпами будет развиваться энергетика, тем большее количество тепла будет поступать в окружающую среду. По этой причине данный феномен ранее обозначался термином «энергетическое» загрязнение.

Вторичное загрязнение атмосферы. Под вторичным загрязнением подразумевается образование экологически опасных веществ в ходе физико-химических и биологических процессов, протекающих в окружающей среде. В наиболее простой форме явления происходят в два этапа. На первом из них в результате человеческой деятельности поступают вещества, которые в данном контексте можно обозначить как первичные загрязнители. На втором этапе первичные загрязнители, реагируя друг с другом или подвергаясь различным физическим, химическим и биологическим факторам среды, трансформируются в иные, как правило, значительно более экологически опасные соединения. Таким образом, возникают «агенты вторичного загрязнения окружающей среды». Они, как и первичные загрязнители, в подавляющем большинстве имеют техногенное происхождение, но возникают в отсутствии не только экологического, но технологического контроля со стороны человека. Эти процессы в значительно меньшей степени поддаются прогнозированию. Как правило, вторичное загрязнение среды привлекает внимание специалистов-экологов и общественности уже после того, как его негативные последствия стали очевидны.

Примером вторичного загрязнения атмосферы является образование так называемого фотохимического смога. Это высокотоксичные атмосферные аэрозоли являются продуктами трансформации под воздействием солнечной радиации различных вредных примесей в атмосфере (агентов ее первичного загрязнения), главным образом, окислов азота и углеводородов.

Приоритетное значение в деятельности, направленной на предотвращение глобального загрязнения атмосферы, в настоящее время занимают попытки ограничить выбросы промышленных предприятий и ужесточить учет эмиссии загрязнителей. В соответствии с главенствующей в природоохранной деятельности «ограничительной парадигмой» разрабатываются и внедряются новые технологии, позволяющие снизить количество выбрасываемых в атмосферу за-

грязнителей или снизить экологическую опасность этих выбросов, изменив их химический состав. Эти цели достигаются двумя основными путями: внедрением новых технологий производства продукции и внедрением новых систем очистки атмосферных выбросов.

В загрязнении атмосферы все большую роль принимают так называемые диффузные источники, под которыми подразумевают всю совокупность мелкомасштабных и неорганизованных объектов, функционирование которых сопровождается эмиссией вредных веществ. Количество загрязнителей, производимых каждым таким источником, весьма невелико. Источники рассредоточены в пространстве и поэтому трудно контролируемы. Однако общий объем таких выбросов играет значимую роль. Диффузное загрязнение большого количества источников вызывает возникновение «рассредоточенного загрязнения» (nonpoint source pollution). Очевидно, что методы очистки воздуха, используемые для промышленных выбросов, в данном случае не применимы.

Придание управляемой ПТС функции регулятора стока агентов атмосферного загрязнения возможно только при соблюдении трех условий:

Содержащие загрязнители воздушные потоки должны контактировать с растительными насаждениями или массивами естественной растительности, на которых возлагается функция изъятия загрязнителей из воздушной среды. Для решения этой задачи необходимо детальное изучение динамики движения воздуха в приземном слое и разработка проектов компоновки растительных фильтров. Необходим также учет сезонности их функционирования. Активное поглощение загрязнителей из воздуха происходит только в вегетационный период.

Концентрация загрязнителей в воздухе не должна оказывать негативное воздействие на жизнедеятельность растений. В зонах интенсивного загрязнения воздушной среды воздушно-растительные фильтры необходимо формировать из наиболее устойчивых пород, на других участках можно отдавать предпочтение видам растительности, наиболее эффективно поглощающим загрязнители. Таким образом, целесообразно зональное устройство воздушно-растительного фильтра, в каждой из зон которого происходит определенный этап очистки.

Загрязнители, поглощаемые растениями, должны либо разрушаться в них, либо задерживаться в них на длительный срок. Для стойких загрязнителей, например тяжелых металлов, необходима разработка методов утилизации растительной массы, их накопившей, и периодической замены элементов растительно-воздушных фильтров.

Таким образом, снижение уровня загрязнения воздушной среды может быть достигнуто как созданием оптимизационных управляемых ПТС (на базе существующих растительных насаждений), так и специализированных (включающих технологические цепочки по обработке растительной массы с накопленными в ней загрязнителями). Сток атмосферных поллютантов в растительные сообщества интенсивно происходит на значительном удалении от источников их эмиссии. Это создает предпосылки для управления данным процессом

не только на основе локальных ПТС, но также системами регионального и большего масштабов.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1,6].

Вопросы к занятию

- 1) Чем обусловлено радиоактивное загрязнение атмосферы?
- 2) В чем причина механического загрязнения атмосферы?
- 3) Каковы причины химического загрязнения атмосферы?
- 4) Каковы причины и темпы теплового загрязнения атмосферы?
- 5) Что подразумевается под вторичным загрязнением атмосферы?
- 6) Каковы этапы вторичного загрязнения атмосферы?
- 7) Назовите причины фотохимического смога.
- 8) Каковы приоритетные направления в деятельности, направленной на предотвращение глобального загрязнения атмосферы?
- 9) Каковы условия придания управляемой ПТС функции регулятора стока?

Рекомендуемая литература по теме 4: [1,6].

Тема 5. Техногенез гидросферы

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Основные части гидросферы и особенности изучения процессов их техногенеза.
- 2) Использование управляемых ПТС для предотвращения водных ресурсов.

Методические указания по проведению занятия

В отличие от атмосферы, гидросфера Земли, хотя и называется водной оболочкой, покрывает лишь часть поверхности планеты. Но в нее также входят многочисленные отдельные скопления воды. По своим масштабам, структуре и динамики протекающих процессов они принципиально различаются, что обуславливает необходимость различных методологических подходов к их изучению.

В качестве основных частей гидросферы рассматривают Мировой океан, континентальные поверхностные воды (включая ледники) и подземные воды. Совокупный объем вод объектов гидросферы, согласно современным расчетам, составляет 1390 млн км³. Масса ее вод в 275 раз больше массы атмосферы. Оceansы и моря составляют 96,4% объема гидросферы, воды ледников – 1,86%, подземные воды – 1,68%, а поверхностные воды суши – немногим более 0,02%. Несмотря на пространственную разобщенность и разнородность своих частей гидросфера представляет собой единую высоко динамичную систему. Слагающие ее элементы связаны интенсивно идущими вещественными потоками (воды и переносимых с ней различных соединений). В совокупности эти процессы обозначаются как круговорот воды.

Вода обладает высокой теплоемкостью, в ней растворима подавляющая часть присутствующих в биосфере химических веществ, скорость физико-химических процессов в водной среде существенно выше. Благодаря этим

свойствам гидросфера является огромным буфером, сглаживающим амплитуду колебаний физико-химических условий на поверхности Земли. Способность воды растворять и переносить в своих потоках различные вещества обуславливает саму возможность существования практически всех биогеохимических циклов, обеспечивающих единство биосфера. Гидросфера играет основную роль в объединении в системное целое процессов, протекающих в атмосфере, литосфере и педосфере.

Процесс техногенеза гидросферы весьма многогранен. С одной стороны, это обусловлено тем, что вода является не только основой жизни, но и широко используется в качестве энергетического и сырьевого ресурса. С другой стороны, многообразие форм водных скоплений обуславливает принципиальные различия их использования и, следовательно, характера оказываемого техногенного воздействия. Для примера можно сравнить эксплуатацию ресурсов морских и континентальных водных объектов.

В настоящее время уже существует ряд аспектов техногенеза гидросферы, значимые проявления которых либо достигли глобальных масштабов, либо выйдут на этот уровень в обозримом будущем. Некоторые из них, например техногенные истощения ресурсов пресной воды, уже стали объектом пристального внимания специалистов. На основе обобщенного анализа обширных материалов выявлены основные тенденции развития этих процессов и разрабатываются меры по возможному предотвращению их негативных последствий.

Определение, данное в статье 1 Водного кодекса РФ (от 03.06:2006 г. №74-ФЗ): «истощение вод – постоянное сокращение запасов и ухудшение качества поверхностных и подземных вод», обобщает большую группу разнородных процессов и, в целях дальнейшего изложения материалов монографии, нуждается в некотором уточнении. Подразумевается, что запасы воды – это та их часть, которая может быть использована человеком и непосредственно обеспечивает благоприятные условия среды его существования. Поэтому на практике данный термин обычно понимается более конкретно – как сокращение водных ресурсов, доступных для использования в бытовых и сельскохозяйственных целях. Критическое снижение водных запасов, пригодных для использования в промышленном производстве, явление более редкое.

Таким образом, при употреблении термина «истощение вод» в первую очередь понимается их недостаток, вызывающий нарушение нормальных условий жизнедеятельности населения. Ухудшение экологической ситуации по причине истощения вод также рассматривается в большинстве случаев как один из факторов нарушения этих условий. В экологических исследованиях истощение вод описывается как возникновение негативных явлений, обусловленных дефицитом доступных для организмов водных ресурсов («нарушение влажностного режима», «опустынивание» и т.п.). Очевидно, что подобное расхождение в водохозяйственных неоправданно. терминологии, и используемой экологических в исследованиях, Нормальные условия жизнедеятельности современного человека включают и благоприятные условия его существования. В Российской Федерации это одно из конституционных прав ее граждан.

Значимость истощения вод и как водохозяйственного показателя, и как экологического фактора постоянно возрастает. В определении, приведенном в Федеральном законе, указывается, что истощение вод может появляться не только как тенденция уменьшения их объема, но и как закономерное ухудшение их качества. Это отражает тот факт, что некоторые из поверхностных и подземных водных объектов в настоящее время уже невозможно использовать в качестве источников водоснабжения не по причине уменьшения запасов, со- средоточенных в них вод, а из-за высокого уровня их загрязненности вредными веществами.

Учитывая изложенное выше, можно дать следующее уточненное определение: истощение вод – это сокращение количества пресной воды, сосредоточенной в поверхностных и подземных водных объектах, качество которой пригодно для обеспечения условий нормальной жизнедеятельности человека и благополучной экологической ситуации.

В соответствии с двумя описанными выше механизмами истощения вод, все формы данного явления можно разделить на две категории:

Количественное истощение вод, то есть уменьшение объема запасов пресных вод.

Качественное истощение вод, причиной которого является их загрязнение, в результате которого часть водных запасов пресных вод становится не- пригодными для обеспечения нужд человека и существующих на их основе природных объектов.

Важнейшим фактором количественного истощения вод является увеличение объемов водопотребления, что неизбежно при непрекращающемся росте народонаселения планеты. Объем поверхностных и подземных водных объектов, как и объем вод, поступающих из источников их пополнения, ограничены. В определенный момент возникает ситуация, когда расход вод начинает устойчиво превышать их поступление. Предотвратить количественное истощение вод можно, только контролируя баланс этих процессов. При этом необходим не только учет необходимых водохозяйственных потребностей, но обеспечение водой объектов окружающей среды в объемах, не допускающих их деградацию. Поэтому для обоснования допустимых норм расхода предложен термин «минимально допустимый сток», т.е. объем изъятия вод из водных объектов, не вызывающий ухудшения экологической ситуации. Превышение минимально допустимого стока рассматривается как начало процесса истощения водного объекта. Однако простое ограничение водопотребления в современных условиях становится все менее реальным. На практике это может стать причиной социальных конфликтов. Поэтому все большую значимость приобретают косвенные способы решения этой проблемы, заключающиеся во внедрении водосберегающих технологий.

Основная причина качественного истощения вод заключается в прогрессирующем загрязнении водных объектов, происходящем на фоне утраты ими способности к естественному самоочищению. Обсуждая проблему истощения вод, нельзя обойти вниманием ожидающийся в ближайшие 10-15 лет так назы-

ваемый мировой кризис водопотребления, в результате которого большие массы людей не будут обеспечены пресной водой, в объемах необходимых для их жизнедеятельности, в т.ч. и для удовлетворения потребностей сельскохозяйственного производства. Это, в свою очередь, резко усугубит нарастающий продовольственный кризис. Согласно статистическим данным ООН, в настоящее в условиях острого дефицита ресурсов пресной воды уже существует около 1,1 млрд человек и еще приблизительно 1 млрд человек находится в состоянии так называемого водного стресса, т.е. испытывают дефицит воды время от времени.

Значение истощения вод как фактора, нарушающего безопасность жизнедеятельности людей, постоянно усиливается.

Краеугольным камнем оценки экологических последствий искусственно-го изменения водности рек является определение количества воды, изъятие которого из бассейна донора может рассматриваться как средозащитная и природоохранная мера. Этот объем вод, переброска которого за пределы речного бассейна ликвидирует угрозу нанесения экономического и экологического ущербов, можно обозначить как «мобильные водные ресурсы» (МВР). Очевидно, что определение их объема должно строиться на результатах серьезных гидрологических исследований. Следует подчеркнуть принципиальное отличие МВР от упомянутого ранее термина «минимально допустимый сток» (Маркин и др., 2015). МВР – это не объем воды, изъятие которого не приведет к ухудшению состояния природных объектов, это объем речного стока, который, не будучи своевременно изъят (задержан), принесет значимый экологический и экономический ущерб. Расчет МВР должен строиться именно на этом принципе.

Основными элементами системы межбассейновой переброски МВР являются:

- доноры МВР;
- пути транспортировки МВР (каналы, трубопроводы и др.);
- накопители МВР, аккумулирующие запас вод в паводковый период и обеспечивающие равномерность их поставки в остальное время;
- реципиенты МВР.

Подобные системы могут быть как простыми, включающими один донор МВР, так и сложными, одновременно использующими избыток вод нескольких различных доноров, включаемых в единую систему транспортировки МВР.

Развитие экологически ориентированных систем межрегиональной переброски вод в конечном счете должно привести к созданию континентальных систем регулирования водных ресурсов, которые следует рассматривать как управляемые конструкционные ПТС межрегионального масштаба.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1,4].

Вопросы к занятию

- 1) Что представляет собой гидросфера?
- 2) Перечислите основные части гидросферы.
- 3) Какие свойства воды обуславливают буферные свойства гидросферы?
- 4) В чем суть процесса техногенеза гидросферы?

- 5) Чем характеризуется процесс «истощения вод»?
- 6) Какие существуют категории процесса истощения вод?
- 7) Перечислите факторы количественного истощения вод.
- 8) Каковы причины качественного истощения вод?
- 9) В чем суть явления «мировой кризис водопотребления»?
- 10) Каково значение истощения вод как фактора, нарушающего безопасность жизнедеятельности людей?
- 11) Что представляет собой «мобильные водные ресурсы»?
- 12) Каковы основные элементы системы межбассейновой переброски МВР?

Рекомендуемая литература по теме 5: [1,4].

Тема 6. Техногенез педосфера

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Общая характеристика современного состояния почвенного покрова.
- 2) Возможности управляемых ПТС для предотвращения процессов почвенной эрозии.

Методические указания по проведению занятия

Педосфера – это оболочка суши, образованная покрывающим поверхность суши почвенным покровом. Она возникла в результате длительного и сложного комплекса физико-химических и биологических факторов, протекавших на границе литосферы и атмосферы. Основным исходным материалом для образования почв послужили переработанные в процессе жизнедеятельности организмов остатки отмершей наземной растительности и подвергшиеся разрушению верхние слои горных пород, составляющие подстилающую ее литосферу. Значительная часть почвенной массы состоит из живых организмов. Например, большая часть массы некоторых черноземов – это невидимые невооруженным глазом бактерии и другие организмы. Только в одном грамме плодородной почвы может содержаться несколько десятков миллиардов клеток микроорганизмов, а их общая сухая масса их может достигать 60-65 тонн на гектар. Доля органического углерода в этой биомассе может составлять 50-70% всего углерода в почве. По этой причине В.И. Вернадский, разделяя основные компоненты биосферы («природные физические тела») на живые (живущие организмы) и косные (горные породы и др.), рассматривал почву как особое образование – «биокосное тело природы».

Вследствие разнообразия постилающих горных пород, ландшафтных климатических и биотических условий состав почв, формирующих педосферу, чрезвычайно разнообразен. Вместе все виды почв обладают одним общим свойством – плодородием. Они являются субстратом, необходимым для развития подавляющей части наземной растительности, в т.ч. сельскохозяйственных культур. Поэтому состояние педосферы (плодородие почв и уровень их загрязненности) – это важнейший фактор, определяющий условия жизнедеятельности населения большинства стран.

Процессы, протекающие в педосфере, менее изменчивы во времени, чем в атмосфере и гидросфере Земли. Вместе с тем, ее статичность весьма относительна. Постоянно какая-то часть почвенного покрова разрушается в результате естественной водной и ветровой эрозии (дефляции). Одновременно происходят процессы, ведущие к пополнению почвенной массы – процессы почвообразования, важнейшее значение в которых играет разложение и накопление растительных остатков. Баланс процессов разрушения почв и процессов почвообразования определяет сохранность почвенного покрова. При этом естественные процессы почвообразования происходят достаточно медленно, тогда как спровоцированная человеческой деятельностью деградация почв может идти весьма высокими темпами.

Человек активно воздействовал на почвенный покров, начиная с самых первых этапов развития цивилизации. Это приводило не только к трансформации структуры и состава почв на небольших участках, занимаемых под поселения и посадки сельскохозяйственных культур. В ряде случаев эти процессы охватывали обширные регионы.

Развитие человеческой цивилизации сопровождалось сельскохозяйственным освоением все новых и новых территорий и углублением техногенеза уже задействованных участков почвенного покрова в т.ч. в процессе урбанизации.

Мировое сообщество уже давно обратило внимание на глобализацию процессов деградации почвенного покрова.

Характеризуя масштабы деградации почв, необходимо указать на то, что за период развития человеческой цивилизации уже было утрачено около 2 млрд га плодородных почв. На некогда плодородных территориях образовались так называемые бедленды (дурные земли), непригодные для ведения сельского хозяйства, и антропогенные пустыни.

На современном этапе сохранение, улучшение состояния и восстановление почвенного покрова – это важнейшие задачи, стоящие при создании большинства управляемых ПТС.

Согласно общепринятыму определению, эрозия почвы – это разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов почвы в результате действия воды и ветра. В соответствии с этим различают водную эрозию и ветровую эрозию (дефляцию). Эти процессы могут носить естественный характер. Но по мере развития человеческой цивилизации основной их причиной стала производственная деятельность человека, включая в это понятие и производство сельскохозяйственной продукции.

Количественно процесс эрозии почв характеризуются двумя основными показателями: интенсивностью смыва (или сдувания), выражаемой в т/га в год, и мощностью утраченного слоя почвы в единицу времени (мм/год). С помощью этих же характеристик оценивают и скорость процесса почвообразования. Степень опасности эрозии устанавливается на основе сопоставления интенсивности смыва (или сдувания) почвы со скоростью почвообразовательного процесса. Если интенсивность эрозии меньше скорости почвообразования, то ее принято считать нормальной. Если интенсивность потерь почвообразования, ее

почвы считают больше ускоренной. скорости Эрозия, происходящую под воздействием техногенных факторов и приводящая к значимому изменению окружающей среды, в соответствии с принятыми определениями процесса техногенеза, следует рассматривать как одну из его форм – почвенный техногенез. Под техногенной эрозией подразумевают все формы разрушения почвенного покрова прямо или косвенно спровоцированные человеческой деятельности. К последним можно отнести и процессы эрозии, причиной интенсификации которых являются глобальные климатические изменения, обусловленные развитием парникового эффекта.

На современном этапе водная эрозия является основным по своей значимости фактором деградации почв.

Водная эрозия традиционно подразделяется на два типа: плоскостную и линейную эрозию. Плоскостная эрозия представляет собой более или менее равномерный смыв со всей поверхности почвы. Линейная эрозия вызывает размыв почвы водными потоками, стекающими по образовавшимся в ней углублениям. На практике различие между этими явлениями носит достаточно условный характер. Вода никогда не стекает равномерно. На отдельных участках, благодаря особенностям рельефа, распределению растительности и другим причинам, размыв почвы даже при сплошном потоке воды идет более интенсивно. В результате водный поток быстро разделяется на отдельные струи, вызывающие линейную эрозию. Поэтому для окультуренных почв считается, что если следы эрозии исчезают в результате обычной обработки почвы, то это – поверхностная эрозия, если нет – линейная.

Наиболее эффективными способами борьбы с эрозией почв в настоящее время считаются: почвозащитные севообороты, агротехнические и лесомелиоративные мероприятия, строительство специальных гидротехнических сооружений и создание на склонах противоэрэзионных террас.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1,4].

Вопросы к занятию

- 1) Что представляет собой педосфера?
- 2) Какие процессы протекают в педосфере?
- 3) Каков результат активного воздействия человека на почвенный покров?
- 4) Каковы глобальные функции почвенного покрова, взаимосвязанные с атмосферой, гидросферой, литосферой, биосферой и с историей и современной цивилизацией?
- 5) В чем суть глобализации процессов деградации почвенного покрова?
- 6) В чем заключается процесс эрозии почвы?
- 7) Какими количественными показателями характеризуется процесс эрозии почв?
- 8) Что понимают по техногенной эрозией?
- 9) На какие типы подразделяется водная эрозия?
- 10) Перечислите наиболее эффективные способы борьбы с эрозией почв.?

Рекомендуемая литература по теме 6: [1,4].

Тема 7. Техногенез литосферы

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Литосфера и ее экологические функции.
- 2) Нарушения ресурсной экологической функции литосферы и меры по их минимизации на основе создания управляемых ПТС.

Методические указания по проведению занятия

В основополагающих работах В.И. Вернадского (2012) литосфера или земная кора рассматривается как одно из основных тел, слагающих биосферу, и функционально взаимосвязанную с ее другими макрокомпонентами (гидросферой, атмосферой, педосферой) в единую систему. Вместе с тем, существует одна особенность, отличающая литосферу от других частей биосферы. Хотя значительная часть составляющих литосферу горных пород образовалась в результате жизнедеятельности живых организмов или под ее прямым и косвенным влиянием, сама она почти не заселена ими. Они встречаются лишь в подземных водах в ее самых верхних горизонтах. Причем в подавляющем большинстве – это микроскопические формы, попадающие сюда из других частей биосферы, например, из почв. Какой-либо специфической биоты, средой обитания которой является именно литосфера, на данный момент не обнаружено.

По этой причине в экологических исследованиях литосфера рассматривается как практически неподвижная поверхность, некий инертный субстрат, свойства которого можно игнорировать в той же степени, как, например, свойства материала колбы при производстве химического опыта.

В реальности действие литосферы на формирование условия существования человека и других живых организмов весьма значимо и многообразно. Для обозначения отдельных видов этих действий предложен термин «экологические функции литосферы». Основными из них являются:

– ресурсная экологическая функция литосферы, под которой подразумевается ее роль как источника необходимых жизни организмов и обеспечения благоприятных условий для жизнедеятельности человека естественных минеральных и органических веществ, а также как поверхности для формирования их среды обитания;

– геодинамическая экологическая функция литосферы проявляется во влиянии на организмы и условия существования людей динамики различных геологических процессов;

– геохимическая экологическая функция литосферы – это роль литосферы в формировании химизма окружающей среды, имеющего важнейшее значение как фактор среды обитания водных и наземных организмов. Так, структурно функциональная организация экосистем и характер пространственного распределения их отдельных видов во многом определяется особенностями геохимической провинции, в пределах которой они развиваются;

– геофизическая экологическая функция литосферы включает воздействие на организмы различных физических факторов, сила проявления которых определяется или зависит от строения земной коры (к подобным явлениям, напри-

мер, относят электромагнитные аномалии, над залежами некоторых горных пород).

Данная классификация во многом носит условный характер, и разграничение проявлений отдельных функций литосферы нередко затруднительно.

Для анализа тенденций техногенеза литосферы необходимо вкратце остановиться на природе протекающих геологических процессов, формирующих структуру земной коры. Они подразделяются на две основные категории. Эндогенные геологические процессы, обусловлены факторами, формирующими в самой литосфере, ее внутренней энергией. К ним относятся тектонические процессы, вулканизм, сейсмические явления. Эти процессы являются одним из факторов, оказывающим значимое влияние на функционирование планетарной экосистемы. При этом их воздействие носит многообразный и разнонаправленный характер. Крупные вулканические извержения, сопровождающиеся выбросом огромного количества аэрозолей, способны вызвать аномальное изменение гидрометеорологических условий в глобальных масштабах.

Экзогенные геологические процессы происходят в результате воздействия на геологическую среду внешних факторов (внешней энергии). Их примером могут служить оползни, формирующиеся при обводнении горных пород на склонах и их обвалы, возникающие в результате частичного разрушения массивов горных пород в процессах их эрозии. Изменение рельефа, вызванные экзогенными геологическими процессами, способны произвести масштабные изменения окружающей среды.

Трансформация ресурсной экологической функции литосферы в процессе глобального техногенеза одновременно происходит по трем основным направлениям. Первое из них – это техногенное перераспределение доступных ресурсов содержащихся в земной коре веществ, необходимых для развития организмов и обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека. Данные процессы техногенеза можно обозначить как «перераспределение вещественных ресурсов литосферы». Второе направление заключается в возникновении «дефицита ресурсов геологического пространства». Под этим подразумевается техногенная трансформация литосферы, сопровождающаяся утратой или пространства, принципиальным изменением характера пригодного для обитания организмов, проживания людей и осуществления ими традиционных форм хозяйственной и иной деятельности. В качестве третьего направления техногенной трансформации ресурсной функции литосферы можно рассматривать «искусственное образование сырьевых запасов», так называемых «техногенных месторождений вторичных ресурсов». Это накопленные в процессе предшествующей хозяйственной деятельности скопления веществ (горнопромышленные отвалы и др.), которые могут быть использованы в качестве ресурсной базы современного производства. Одновременно подобные техногенные месторождения, как правило, являются мощными источниками химического, а в ряде случаев и радиационного загрязнения. Их существование представляет опасность для близлежащих экосистем и здоровья населения.

В рамках ограничительной природоохранной парадигмы попытки замедлить процесс разрушения биогеохимического цикла фосфора заключаются главным образом в разработке более рациональных агротехнических способов внесения удобрений. Их целью является минимизация количества фосфора, обеспечивающего требуемый уровень урожайности сельскохозяйственных культур. Использование данного подхода может замедлить разрушение фосфорного цикла, но не предотвратить его. Выполнить эту задачу можно, лишь создавая управляемые природно-технические системы с искусственными биогеохимическими барьерами, способными задерживать уносимый водными потоками фосфор и накапливать его для последующего повторного внесения в почву. Подобные пилотные проекты, давшие обнадежившие результаты, осуществлялись в СССР в конце 80-х годов XX века. В качестве экологического регулятором этого процесса, для обозначения др., которого был предложен термин «гетеротропный рециклинг биогенных элементов», использовались соответствующим образом модифицированные гидромелиоративные системы.

В качестве отдельной формы возникновения «дефицита ресурсов геологического пространства» следует рассматривать образование так называемых техногенных ландшафтов, т.е. участков земной поверхности, претерпевших принципиальные изменения в результате производственной деятельности. Некоторые из них становятся непригодными для выполнения ресурсной экологической функции. В особенности это касается техногенных ландшафтов, сформировавшихся в предшествующий период вблизи объектов горнодобывающей промышленности.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1,5,6].

Вопросы к занятию

- 1) Что представляет собой литосфера?
- 2) Какие экологические функции литосферы существуют?
- 3) Какие изменения претерпевают экологические функции литосферы в процессе глобального техногенеза?
- 4) В чем суть эндогенных и экзогенных геологических процессов?
- 5) По каким направлениям происходит трансформация ресурсной экологической функции литосферы в процессе глобального техногенеза?
- 6) В какой форме проявляется проблема техногенного перераспределения вещественных ресурсов литосферы?
- 7) В чем суть «гетеротропного рециклинга биогенных элементов»?
- 8) Что понимают под «техногенными ландшафтами»?

Рекомендуемая литература по теме 7: [1,5,6].

Тема 8. Функции города как системы

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Определение города.
- 2) Понятие города как системы в большой системе городов.

- 3) Функции города как системы.
- 4) Характерные черты поселений городского типа.
- 5) Связи между городами и другими поселениями, объединяющие их в систему.

Методические указания по проведению занятия

В основе определения города лежит противопоставление его сельской местности, определение минимальной численности населения города, выполнение им административных функций и другие признаки. В России (с 1957 г.) к городам относятся центры с населением не менее 12 тыс. жителей, 85 % и более, населения которых составляют рабочие и служащие (вместе с членами их семей). При этом принимается во внимание административное значение центра, уровень его благоустройства, развитие коммунального хозяйства и сети социально-культурных учреждений. Иногда в состав городов включают другие населённые пункты. Например, Зеленоград входит в состав г. Москва. Города Ломоносов, Пушкин, Павловск и Петергоф входят в состав Санкт-Петербурга. Словарь общегеографических терминов определяет город как компактное поселение с преобладанием несельскохозяйственных функций, в котором формируется сообщество людей, ведущих своеобразный образ жизни в условиях, отличающихся от окружающей сельской местности определенным типом антропогенного преобразования в виде застройки крупными зданиями и другими характерными сооружениями.

Город как система представляет собой совокупность трёх основных подсистем: населения, экономической базы сферы жизнеобеспечения. Своеобразие города как сложной системы состоит в том, что он включает в себя элементы социальные, технические и природные.

Население. Город – это, прежде всего, крупный населённый пункт. Население – это главная подсистема города, определяющая параметры и организацию всех других подсистем. Число жителей – базовый показатель для всех градостроительных расчётов и для получения производных показателей, характеризующих город с разных точек зрения.

Городское население формируется за счёт трёх источников:

- а) естественного прироста;
- б) механического прироста;
- в) административного преобразования сельских поселений или включения их в городскую черту.

Соотношение естественного и механического прироста зависит от типа города, его «возраста» и размеров. Новые города формируют своё население за счёт механического прироста. В то же время и показатели естественного прироста вследствие высокой рождаемости и низкой смертности здесь также выше (сказывается преобладание молодых возрастов). Большие города, как правило, притягивают людей, а малые – отдают население.

Половозрастной состав населения позволяет охарактеризовать трудовой потенциал города.

По национальной структуре городское население более неоднородно, чем сельское. Города, как узлы миграционных потоков имеют возможности для

формирования многонационального населения, распределение населения по вероисповеданию, что может проявиться в микрографии города.

В странах с рыночной экономикой отчётливо проявляется расслоение населения городов по социальному признаку. Это выражается в территориальной обособленности отдельных его групп с разными доходами, в существовании, с одной стороны, элитных районов, а с другой – районов, где живут обездоленные люди, образующих пояса нищеты.

Для больших городов характерна высокая подвижность населения вследствие пространственной удалённости мест проживания, мест работы и объектов сферы обслуживания. Разрастание городов вызывает удлинение маршрутов городского транспорта, усложняет транспортное обслуживание.

Экономическая база города. Состоит из двух основных частей градообразующих и градообслуживающих отраслей. Разница между ними принципиальная, граница довольно условна, а в некоторых городах очень расплывчата.

Градообразующие отрасли характеризуют производственное лицо города, его специализацию, место в общественном разделении труда, работу города для удовлетворения потребностей страны, региона, окружения самого города. Градообслуживающие отрасли существуют для самого города, его населения. Они производят продукцию, потребляемую на месте.

Нечёткость деления отраслей на градообразующие и градообслуживающие вызвана тем, что одни и те же предприятия могут выпускать продукцию, как предназначенную для вывоза в другие центры и районы, так и рассчитанную на местного потребителя. Например, в городах курортах типично обслуживающие отрасли выпускают продукцию, потребляемую не только постоянными жителями, т.е. частично приобретают значение градообразующих.

Градообразующая база вместе со всем городом находится в процессе постоянной эволюции, причём именно она выступает в роли побудителя необходимых изменений.

Сфера жизнеобеспечения. Включает разнообразные отрасли социальной и технической инфраструктуры (транспорт, инженерные системы, жильё, сферу обслуживания), которые обеспечивают жизнь населения и функционирование экономической базы. Социальная инфраструктура ориентирована на удовлетворение потребностей городского населения в различных видах обслуживания – в образовании, лечении, отдыхе, покупках продовольственных и промышленных товаров и т.д. Набор видов услуг, оказываемых населению, чрезвычайно широк, в связи с чем, эта сфера имеет много отраслей. Распределение учреждений и предприятий обслуживания по территории города зависит от частоты их посещения жителями города и от характера услуг. Объекты, занятые повседневным обслуживанием, максимально приближены к жилым микрорайонам, встроены в них. Учреждения и предприятия, оказывающие услуги периодического и эпизодического спроса, размещаются вблизи часто посещаемых мест, обладающих хорошей доступностью. Объекты культурной инфраструктуры – театры, концертные и выставочные залы, музеи, а также крупнейшие универмаги и главные специализированные магазины – тяготеют к центральному району

города. Даже в гигантском городе, подобном Москве, это выражено вполне отчетливо.

Обеспечение города транспортом и организация в нём движения – одна из острейших проблем в городах XXI в. Возрастание транспортных потоков требует создания системы мощных, обладающих большой пропускной способностью многополосных магистралей. Эти транспортные коридоры, связывая части растянувшегося города, одновременно осложняют взаимодействие расположенных по обе стороны от них территорий. В старинных городах, обладающих заслуживающей сохранения исторической средой, устройство таких транспортных коридоров невозможно, так как оно требует сноса большого количества зданий.

Функции города как системы. Город выполняет разнообразные функции: экономические (промышленные, транспортные, торгово-распределительные, снабженческие); неэкономические (административно-политические, организационные, культурные, научные); градообразующие; градо обслуживающие.

Города делятся на монофункциональные (однофункциональные) и полифункциональные (многофункциональные).

Монофункциональные, особенно в России, – это преимущественно небольшие поселения курортного, научного, промышленного профиля и т.д., а также города – районные центры.

Среди полифункциональных городов наиболее полным набором функций и мощным их развитием выделяются, помимо Москвы и Санкт Петербурга, также межрегиональные (например, Самара, Екатеринбург, Новосибирск) и некоторые республиканские, областные и краевые центры.

Чем крупнее город как экономический центр, тем шире его база и возможности для развития науки, культуры, образования и тем большее организационное влияние он способен оказывать на окружающую территорию и развивать у себя разнообразный комплекс функций. Функциональная структура активно влияет на многие черты города, в первую очередь на численность и динамику его населения. Как правило, многофункциональные города отличаются большей численностью и более быстрым ростом населения.

Функциональная структура города влияет на половозрастной и профессиональный состав населения, его образовательный уровень, образ жизни и т.д. В городах с преобладанием «мужских» отраслей (металлургия, химическая, горнодобывающая промышленность) среди населения высока доля мужчин. В текстильных центрах, наоборот, преобладают женщины.

Характерные черты поселений городского типа Поселки городского типа (сокращенно ПГТ) представляют собой населенные пункты, в которых проживает не менее трех тысяч человек. Причем более 80% населения должно быть занято не в отрасли сельского хозяйства. Можно сказать, что ПГТ - это промежуточное звено между селом и городом.

ПГТ можно разделить на несколько подвидов. Каждый указанный тип имеет свои характеристики и особенности. Например, рабочий поселок находится рядом с городом или крупным градообразующим предприятием. Все его жители могут работать в одном месте, а численность населения часто не превышает двух тысяч человек. Курортные и дачные поселки располагаются в местах, где построены санатории и здравницы. Население данных ПГТ обслуживает различные учреждения и подвержено сезонности. Особенно это касается дачных поселков, они сохраняли свой статус только при наличии в нем не менее полутора тысяч человек жителей в течение всего года.

ПГТ в общих чертах практически не отличается от города. В средней полосе России, где расположено множество старинных городов, население поселков городского типа часто в несколько раз превышает численность городских жителей. Тем не менее, они по-прежнему именуются ПГТ.

Поселок городского типа обычно бывает достаточно велик. Среднестатистический ПГТ имеет население в 15 000 человек. На его территории расположены поликлиники, школы, дошкольные учреждения и многочисленные торговые центры. Довольно часто через поселок городского типа проходит несколько дорог, в том числе и федерального значения. Нередко такой населенный пункт имеет несколько парков или пересекается рекой. В этом случае он занимает просто огромную территорию.

Можно сказать, что ПГТ - это тот же город, но в нем не хватает объектов социальной инфраструктуры. Детям негде заниматься творчеством, взрослые не имеют возможности попасть в театр или музей. Именно это не позволяет данному поселению получить статус города. В среднем численность населения поселков городского типа колеблется от одной-двух тысяч человек до двухсот тысяч человек.

Эти два типа поселения очень похожи между собой, однако имеют некоторые отличия.

Во – первых, различия заметны в управлении поселением. ПГТ имеет главу, который располагает штатом административных работников. В городе главой является мэр, а в его отсутствие важными вопросами занимаются замы. Далее идут чиновники низшего звена.

Во – вторых, в посёлках большая часть жилья является частным, а города в основном состоят из многоэтажных домов.

Связи между городами и другими поселениями, объединяющие их в систему. Связи между городами и другими поселениями, объединяющие их в систему, можно отнести к следующим основным группам:

1. Трудовые связи в виде ежедневных или периодических поездок из одного поселения в другое имеют исключительно большую системообразующую силу. Их отличительные особенности – сравнительно небольшая протяжённость (до 1,5 ч в один конец). Особенно велико значение трудовых связей для агломераций.

2. Производственные (главным образом, внешние) связи расположенных в городе предприятий по сырью, полуфабрикатам, производственной инфра-

структуре. Одновременно с комбинированием производства увеличиваются и дальние производственные связи. Они особенно характерны для крупнейших специализированных предприятий общегосударственного масштаба, таких как ВАЗ (Тольятти) или КамАЗ (Набережные Челны), которые связаны с сотнями предприятий-смежников, разбросанных по всей стране и за её пределами.

3. Организационно-хозяйственные связи по управлению, руководству предприятиями, их финансированию, проектированию. Роль этих связей особенно заметна в сельской местности. Производственное кооперирование предприятий содействует образованию специализированных («ведомственных») систем поселений. По такому принципу возникают, например, линейные системы железнодорожных посёлков.

4. Административные связи носят обычно иерархический характер от центров низших рангов к высшим (администрация сельского поселения – администрация района – администрация области и т.д.).

5. Связи по обслуживанию населения (культурно-бытовые, рекреационные, деловые) обычно не замыкаются внутри данного поселения, они многосторонние и могут играть значительную роль в формировании территориальных систем и их центров.

6. Информационные связи в виде потоков информации между поселениями, которые на современном этапе растут особенно быстро и становятся всё более важными системообразующими факторами.

Город обычно выступает в двух основных качествах – как центр своего окружения (центральное место) и специализированный центр.

Любой город развивается и функционирует в тесном взаимодействии с пригородной зоной и более отдалённой окружающей его территорией. Он обслуживает их потребности, выполняя центральные функции, т.е. роль центра того или иного прилегающего ареала, который тяготеет к своему центру. Радиус пригородной зоны согласно рекомендациям градостроителей для средней полосы России устанавливается в 20–25 км для города с населением 100–500 тыс. жителей, 25–30 км – при численности 500 тыс.–1 млн чел. и 35–50 км – для городов-миллионеров.

Города, являющиеся специализированными центрами, имеют одну функцию и не заняты, либо мало заняты обслуживанием окружающей их территории. Сам спектр деятельности у таких городов ограничен, нередко он сводится к одному виду, зато территориальное простиранье связей очень большое: нередко оно охватывает не только большую часть страны, но и выходит за её пределы.

Обычно специализированные центры – это центры различных отраслей промышленности, а также железнодорожные узлы, порты, курорты, центры науки, высшего образования. Им часто свойственны существенные социальные недостатки, прежде всего связанные с ограниченностью выбора занятий, досуга, образования и т.п.

Выделяются наиболее специализированных центров:

1. Центры отраслей с повышенным негативным воздействием на окружающую среду, что «отпугивает» другие виды деятельности. Таковы города цветной металлургии, тяжелой химии, цементной промышленности, теплоэнергетики.

2. Центры в районах с экстремальными природными условиями, где суровый климат, продолжительная зима и короткое прохладное лето не позволяют дополнить развитие основной отрасли другими видами деятельности.

3. «Закрытые» города с предприятиями и учреждениями военно-промышленного комплекса, характеризующиеся повышенной секретностью.

4. Города, входящие в крупнейшие агломерации, где многофункциональность специализированного центра опирается на разнообразие социальной среды и многофункциональность всей агломерации.

С развитием регионов и увеличением разнообразия их функций различия между центральными местами и специализированными центрами нередко утрачивают свою первоначальную чёткость и начинают успешно выполнять функции друг друга.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [3-5].

Вопросы к занятию

- 1) Дайте определение «города».
- 2) Совокупностью каких подсистем является город?
- 3) Чем характеризуются подсистемы города?
- 4) Какие функции выполняет город?
- 5) Каковы характерные черты поселений городского типа?
- 6) Какие связи формируются между городами и другими поселениями?
- 7) Перечислите наиболее распространенные категории специализированных центров.

Рекомендуемая литература по теме 8: [3-5].

Тема 9. Причины и закономерности образования урбанизированных территорий

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Понятие урбанизации.
- 2) Основные причины и закономерности образования урбанизированных территорий.
- 3) Агломерации.
- 4) Мегаполисы как высокоурбанизированная пространственная структура.

Методические указания по проведению занятия

Урбанизация (от лат. *urbanus* – городской, *urbs* – город) – это исторический процесс повышения роли городов, городского образа жизни и городской культуры в развитии общества, связанный с пространственной концентрацией деятельности в сравнительно немногочисленных центрах и ареалах преимущественно социально-экономического развития.

Конкретизируя это определение, следует подчеркнуть два важных момента: 1) выход города за свои официальные (ставшие слишком тесными) границы и образование постгородских урбанистических систем агломераций, урбанизированных районов, мегалополисов; 2) существенное изменение самого человека в городе – т.е. рост разнообразия потребностей, повышение требований к качеству, уровню и образу жизни, изменение системы ценностей, норм поведения, культуры, интеллекта и т.д.

В понимание урбанизации в России и за рубежом, как правило, вкладывается следующее содержание: 1) урбанизация в узком понимании означает рост городов, особенно больших, увеличение доли городского населения; 2) в широком значении – исторический процесс повышения роли городов, городского образа жизни и городской культуры в развитии общества.

Урбанизация охватывает в территориальном плане не только городскую, но всё в большей степени и сельскую местность, во многом её трансформируя. Города и агломерации оказывают разностороннее влияние на окружающую сельскую территорию, постепенно «перерабатывая» её, сокращая размеры сельской местности.

Урбанизация – процесс глобальный. Глобальность современного процесса урбанизации проявляется в трёх основных аспектах.

Во-первых, в философско-мировоззренческом. Урбанизации принадлежит одно из первых мест среди глобальных проблем современности, поскольку именно в городе концентрируется большинство мировых проблем и определяются перспективы развития человечества. Поэтому урбанизация во многом определяет развитие земной цивилизации со времени появления античного города и до наших дней.

Во-вторых, в проблемном. Урбанизацию в современном мире характеризуют следующие главные проблемы:

1. конфликт урбанизированными между территориями интенсивно и ресурсами расширяющимися обрабатываемых сельскохозяйственных земель, лесных площадей и т.п., необходимых для поддержания равновесия между природой и обществом;

2. культурный и экономический конфликт между городской и сельской местностью, деградация хозяйства и демографического состояния сельского населения под влиянием расширения урбанизации;

3. конфликт между увеличивающимся формально городским населением и явно не городским уровнем (для значительной части) его культуры и сознания, недостаточной подготовленностью производственной и обслуживающих сфер (псевдоурбанизация, или ложная урбанизация);

4. конфликт социально-культурного и социально-этнического характера внутри урбанизированных территорий в результате резко возросших имущественных и других различий между так называемыми старыми и новыми жителями городов, ввиду пополнения малоквалифицированной рабочей силой за счёт иммигрантов.

В-третьих, в пространственном (географическом). Урбанизацией в той или иной степени затронуты все континенты и страны современного мира. При этом наблюдается глубокая территориальная и региональная дифференциация процесса урбанизации, которая в своей совокупности только усиливает его глобальный характер в странах разного типа.

Таким образом, урбанизация как глобальный социально пространственный процесс обладает рядом общих черт, особенно важных для географического анализа. Среди них можно выделить: 1) рост городского населения; 2) увеличение его концентрации в крупных городах и агломерациях; 3) расширение урбанизированных территорий.

На карте мировой урбанизации резко выделяются три основных её очага – США, Западная Европа и Япония. Их дополняют мозаично распространённые по большинству районов крупнейшие агломерации прежде всего с населением свыше 1 млн жителей.

Существуют два принципиально разных взгляда на перспективы урбанизации как глобального процесса: процесс урбанизации близок к закату, наступает период деконцентрации, а с ним и «дезурбанизации», или контрурбанизации; урбанизация продолжает развиваться, но её содержание, формы и пространственные структуры заметно меняются по мере эволюции самого процесса в странах разного типа.

Урбанизированная территория представляет собой фактическую территорию города и поселков городского типа или городского пространства.

Урбанизированные территории отличаются:

- высокой плотностью населения;
- высокой концентрацией объектов различного назначения - жилые, производственные, рекреационные, инфраструктурные и т.д.;
- высокой скоростью процессов обмена информацией, коммуникаций и т.п.;
- разнообразием видов деятельности человека - работа, отдых, общение, образование, общественная деятельность и т.п.

Все указанные процессы и явления осуществляются на ограниченной урбанизированной территории, выплескиваются в агломерацию и привлекают из агломерации участников, информацию и ресурсы. Таким образом, урбанизированные территории или города характеризуются сложной многофункциональной территориальной организацией.

Термин «урбанизированные территории» применим к крупным городам. Крупными городами, территории которых могут определяться как «урбанизированные территории», являются в первую очередь города федерального значения и столицы субъектов Российской Федерации (регионов). На территориях таких городов процесс воздействия человека на природную среду носит комплексный характер. Природная среда на урбанизированной территории характеризуется повышенным воздействием от зданий, сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций и отходов жизни и деятельности человека, что существенным образом изменяет среду обитания человека. Природная среда

такой урбанизированной территории преобразуется в природно-антропогенную среду, которая, в свою очередь, оказывает воздействие на природные ресурсы, при котором изменяются физические и химические свойства ресурсов, природный ландшафт становится городским природно-антропогенным (природно-техногенным).

В качестве наиболее важных причин образования урбанизированных территорий социологи называют такие как:

- стремительный экономический рост;
- постоянное появление новых рабочих мест;
- улучшение транспортной инфраструктуры;
- снижение потребности в сельскохозяйственном труде;
- более высокий уровень жизни в городских условиях;
- возможности для трудоустройства и самореализации;
- возможности для образования и саморазвития;
- доступ к большому количеству благ;
- высокий уровень обслуживания в городах.

Причиной большинства этих факторов (а значит, и основной причиной урбанизации) является научно-технический прогресс. Именно благодаря ему повышается привлекательность городской жизни. И благодаря ему же сельскохозяйственная отрасль практически полностью автоматизирована, вследствие чего у сельского населения нет работы.

Агломерация (от латинского *agglomerare* – присоединять, прибавлять) – компактная территориальная группировка городских и сельских поселений, объединённая в сложную локальную систему разнообразными интенсивными связями – трудовыми, производственными, коммунально-хозяйственными, культурно-бытовыми, рекреационными, природоохранными, а также совместным использованием разнообразных ресурсов данного ареала.

По сравнению с городом агломерация является более сложной локальной городской системой, которая обретает новые качества, пространственную структуру, планировку и располагает большими возможностями для эффективного социокультурного развития. Поэтому агломерация становится распространенной формой эволюции и функционирования современного крупного города.

Мегалополис – это наиболее высокоурбанизированная пространственная структура полосовидной конфигурации, возникающая путём срастания близко расположенных крупнейших городских агломераций. В настоящее время мегалополисы получили широкое распространение по всему миру. Лидером в этом отношении можно назвать США.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [2,4,5].

Вопросы к занятию

- 1) Дайте определение «урбанизации».
- 2) Как проявляется глобальность современного процесса урбанизации?
- 3) Каковы перспективы урбанизации как глобального процесса?
- 4) Что представляет собой урбанизированная территория?

- 5) Каковы причины образования урбанизированных территорий?
- 6) Дайте определение «агломерации».
- 7) Какие формы агломерации существуют?
- 8) Что представляет собой урбанизированная зона?

Рекомендуемая литература по теме 9: [2,4,5].

Тема 10. Взаимодействие городов с компонентами природы

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Взаимодействие городов с абиотическими и биотическими компонентами природы.
- 2) Взаимодействие городов с литосферой.
- 3) Антропогенное воздействие на атмосферу.
- 4) Взаимодействие с гидросферой.
- 5) Взаимодействие городов с флорой и фауной.

Методические указания по проведению занятия

Города, как материальная среда обитания, прежде всего, взаимодействуют с абиотическими компонентами геосфера: литосферой, гидросферой и атмосферой. Влияние населенных мест на эти компоненты весьма велико. Взаимодействие с литосферой. Города и другие техногенные образования на Земле занимают примерно 2,5-3% ее суши. Но эта доля непрерывно растет. Каждый день в мире изымается для различных целей из сельского хозяйства 2 тыс. га земель, а общая их площадь (вместе с лесными и другими территориями) значительно больше. Считают, что уже к началу XXI века 15% суши будет занято городами, промышленными устройствами, и высказываются опасения, что через 150 лет (при современных темпах роста населения) на каждого жителя планеты будет приходиться менее 0,5 га территории.

Земля имеет огромную потребительскую ценность главным образом потому, что ее верхний слой является почвой. Почвы характеризуются высокой концентрацией в них живого вещества, продуктов его жизнедеятельности и отмирания, обладают высокой химической активностью. Через почвенный покров осуществляются сложнейшие процессы обмена веществ и энергии литосферы, атмосферы и гидросферы.

Запасы почвы достаточно велики, но условия для дальнейшего почвообразования существуют лишь на 22% площади планеты. Разрушение почвы происходит достаточно быстро вследствие естественных и антропогенных причин. А на создание слоя почвы толщиной 3 см уходит порядка 1000 лет.

Процессы взаимодействия литосферы с урбанистическими образованиями многообразны по физической, химической природе, по времени антропогенных воздействий на грунты почв и глубинные геологические структуры. При этом комплексное влияние нескольких факторов (статические, динамические нагрузки, химические превращения, влияние электромагнитных излучений, токсинов и др.) существенно изменяет участки литосферы, делая их в ряде

случаев непригодными для застройки, ведения сельского или лесного хозяйства.

Развитие городов приводит к изменениям рельефа поверхности земли, физико-механических свойств пород, гидрогеологических условий. Это происходит при вертикальной планировке, застройке и благоустройстве территории, добыче полезных ископаемых.

В городах и городских агломерациях широко распространены негативные физико-геологические процессы. При этом городская застройка ведет к активизации процессов, увеличивающих непригодные городские земли. Негативные процессы в литосфере наиболее ярко проявляются в наиболее крупных городах (наличие крупных подземных коммуникаций, метрополитена, больших масс многоэтажных зданий, тяжелого наземного транспорта и т.д.), а также в районах открытой добычи полезных ископаемых и ведения интенсивного сельского хозяйства.

Антропогенное воздействие на атмосферу определяют, в основном, два процесса - извлечение и использование составляющих ее газов, а также внесение в нее веществ, не свойственных ее естественному состоянию. Все это существенно нарушает не только физическую и химическую структуру атмосферы, но, и изменяет в худшую сторону экологические ее свойства

Современное человечество использует в промышленных целях ничтожную часть азота и других газов атмосферы. Но этого нельзя сказать о кислороде. Для поддержания жизни человека как биологического вида ежегодно достаточно примерно 800 млн. т кислорода, т.е. в 25-30 раз меньше, чем его накапливается за это время в атмосфере. Однако огромные масштабы промышленного производства, энергетики, развития транспортных средств, привели к тому, что в настоящее время ежегодно "сжигается" не менее 10-12 млрд т этого газа, т.е. почти на порядок больше того количества, которое поступает в течение года в воздушный океан.

Человечество издавна использовало атмосферу не только как среду, исключительно важную для обеспечения многих его биологических потребностей, но и как своеобразную свалку, куда выбрасывало вначале дым с костров, затем каминов и печей, а в индустриальную эпоху с мощных энергетических топок и устройств, а также с химических установок, ненужные отходы своей деятельности.

Атмосфера загрязнялась и до человека. Естественное ее загрязнение происходит и сейчас - в основном от извержения вулканов, лесных пожаров пыльных бурь и других явлений природы. Фоновое естественное загрязнение атмосферы в индустриальную эпоху значительно усилилось антропогенными загрязнениями, в том числе несвойственными для естественного состояния атмосферы. И этот процесс, увеличивающийся год от года, является предметом особой тревоги экологов и градостроителей.

Главными антропогенными загрязнениями атмосферы являются диоксид углерода, аэрозоли, сернистые и угарные газы, оксиды азота, тяжелые металлы и т.д.

Особую опасность в глобальном плане представляет загрязнение атмосферы соединениями азота и все большее насыщение углекислым газом. Ежегодно в атмосферу выбрасывается до 20 млрд т углекислого газа техногенного происхождения. За последние несколько десятилетий его содержание в атмосфере увеличилось на 12%. В процессе фотосинтеза, зеленый покров планеты не в состоянии использовать такое количество углекислого газа.

Проблема усложняется еще и тем, что антропогенные загрязнения атмосферы в отличие от природных концентрируются на сравнительно небольших участках земной поверхности - в промышленных районах, городах, агломерациях. В сельской местности загрязненность атмосферы в 10 раз в промышленных городах в 150 раз выше, чем над океаном. В городе с населением свыше 500 тыс. жителей концентрация наиболее распространенных загрязнений в 1,5 - 2 раза выше, чем в малых городах. В городах, развивающихся на базе металлургической и нефтеперерабатывающей промышленности, концентрация в воздухе СО, например, в 2-3 раза выше, чем в поселениях такой же величины, но другого народнохозяйственного профиля.

Взаимодействие с гидросферой. Вода входит в состав всех живых организмов, она является растворителем и переносчиком питательных веществ, участником биохимических процессов, регулятором теплообмена с окружающей средой. Вода - один из важнейших компонентов регулирования климата планеты и обеспечения хозяйственной и промышленной деятельности людей.

Для нормальной жизнедеятельности человека ежесуточно необходимо около 400 л воды. Удельное водопотребление в городах зависит от степени благоустройства (наличие водопровода, канализации, центрального водяного отопления, бытовой техники и т.п.). Так, удельное водопотребление для некоторых городов составляет, л/сутки: Нью-Йорк - 600, Париж - 500, Москва - 400, Киев - 300, Лондон - 263. Для города с населением более 3 млн человек суточные расходы воды составляют около 2 млн м³, а годовые - около 1 млрд м³. При этом используется вода достаточно высокого качества, определяется требованиями потребителя.

Городские поселения возникали на берегах рек и озер, которые и были источниками водоснабжения, а также удобным транспортным средством. Одновременно реки использовались для удаления отходов жизнедеятельности людей и домашних животных, что приводило к загрязнению водоемов и возникновения различных инфекционных заболеваний.

К водным объектам в черте города относятся водотоки, водоемы, подземные воды.

Влияние на города на количественные и качественные характеристики природных вод определяются в первую очередь забором воды производственные и коммунально-бытовые нужды, сбросом промышленных стоков, спуском хозяйствственно-бытовых сточных вод, а также загрязнением водного бассейна ливневыми сточными водами. Причем воздействие человека на гидросферу множественно - как по характеру антропогенного пресса, так и по месту. При этом значительная подвижность водной среды и каскадное загрязнение того

или иного водного бассейна способствуют сохранению высоких уровней загрязнений рек в пределах территории города. Резко возрастает значимость очистки питьевых вод, так же, как и ее стоимость.

С ростом благоустройства городов расположенные в городской черте водные объекты все больше приобретают важное архитектурно планировочное, рекреационное и эстетическое значение.

Взаимодействие с флорой и фауной. Влияние городов распространяется не только на абиотические компоненты, но и на растительность (флору) и животный мир (фауну) урбокосистем.

Все виды флоры и фауны на территории города входят в состав биотических сообществ (биоценозов) и формируют сложную мозаику урбокосистем. Часть этих видов (первая группа) существует только в одомашненном (животные) или в окультуренном (растения) состоянии и используются человеком для удовлетворения его жизненных потребностей (лекарства, строительные материалы, транспортные средства и т.п.).

Вторая группа - это неокультуренные растения и неодомашненные животные, обитающие в неурбанизированной среде других природно-климатических зон, отличных от данной. В городах они могут жить в жилищах человека или в специальных сооружениях (оранжереи, вольеры, аквариумы и т.д.), где искусственно поддерживаются условия существования и размножения этих видов (экзотических растений и животных).

К третьей группе видов флоры и фауны относятся также неодомашненные животные и неокультуренные растения, которые человек сознательно расселяет или выращивает в городах, но не в жилых помещениях, а в природно-антропогенных или антропогенных зонах.

Виды этой группы делятся на две подгруппы: 1) новые для региона виды (интродуценты) 2) аборигенные (автохтонные) виды.

В четвертую группу видов флоры и фауны входят "непреднамеренные" интродуценты, "виды-пришельцы". Появление их в регионе не предусматривалось человеком, но они распространялись и натурализовались благодаря человеку в результате антропогенных преобразований ландшафтов, которые способствовали урбанизации.

К пятой группе видов флоры и фауны относятся виды, живущие в селитебном ландшафте, в непосредственном соседстве с человеком ("синантропные" виды). Это виды, эволюция которых, по крайней мере с неолита, происходила в контакте с человеком (например, полевые сорняки, тараканы, мыши, вши, клопы и т.п.), а также виды, которые в нынешних условиях освоили экологические ниши, параметры которых определяются жизнедеятельностью человека (например, серая крыса, воробей домовой, сизый голубь и др.).

Шестая наиболее многочисленная группа видов флоры и фауны - это дикастущие растения и дикие животные, которые живут в городах, в нарушенных природных или в антропогенных местах проживания.

Невозможно переоценить роль зеленых насаждений в улучшении городского климата, свойств почв, очистке воздуха от загрязнителей, в шумоподав-

лении. С другой стороны, растения и некоторые животные выделяют в окружающую среду вещества, которые могут вызвать у человека аллергические реакции. Нежелательными являются сорняки, хотя это неотъемлемая часть урбо-экосистемы. Кроме того, многие виды животных и микроорганизмов, обитающих в городах, могут быть возбудителями заболеваний. В то же время некоторые из них выполняют санитарные функции, участвуя в процессах разложения органических веществ, производственных и бытовых отходов, выполняют декоративную функцию.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [2,4,5].

Вопросы к занятию

- 1) Какие существуют виды взаимодействия литосферы с урбанистическими образованиями?
- 2) К каким изменениям в литосфере приводит развитие городов?
- 3) Какие негативные изменения в литосфере наблюдаются в крупных городах?
- 4) Какие процессы определяют антропогенное воздействие на атмосферу?
- 5) Каковы главные антропогенные загрязнения атмосферы?
- 6) Какое количество воды ежесуточно необходимо человеку для нормальной жизнедеятельности?
- 7) Перечислите водные объекты в черте города.
- 8) Чем определяется влияние города на количественные и качественные характеристики природных вод?
- 9) Сколько групп флоры и фауны на территории города? Чем они характеризуются?

Рекомендуемая литература по теме 10: [2,4,5].

Тема 11. Сохранение экологического равновесия урбанизированных территорий

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Динамическое экологическое равновесие экосистемы.
- 2) Полное экологическое равновесие экосистемы.
- 3) Условия экологического равновесия.
- 4) Пути решения проблемы сохранения экологического равновесия.

Методические указания по проведению занятия

Важнейшей задачей конструктивной урбоэкологии является поддержание равновесия в городских экосистемах. К сожалению, развитие человеческой цивилизации невозможно без существенного изменения природной среды. Однако эти изменения не должны носить катастрофический характер, поскольку сохранение определенных параметров природной среды является условием выживания самого человечества. Неизбежные антропогенные изменения в природной среде должны быть настолько постепенными и в таких объемах, чтобы к ним успевали приспособиться и человек, и природная среда. Такое состояние экосистемы, когда происходит её постоянное изменение, но она сохраняет опреде-

ленный баланс видового состава и численности её живых организмов, называется динамическим экологическим равновесием.

В практической деятельности приходится сталкиваться на одной территории с экосистемами различного уровня динамического равновесия. Исходя из этого, в градостроительной практике используют понятие экологически сбалансированной территориальной структуры.

Полное экологическое равновесие урбанизированной экосистемы может быть достигнуто при наличии значительных территорий формирования системы и выполнения ряда природно-экологических и социальных условий (климат, лесистость, обводненность и уровень хозяйственного освоения территории и т.д.). К примеру, для средней полосы нашей страны такой наивысший уровень экологического равновесия может быть обеспечен при плотности населения не более 50 человек на 1 км² и лесистостью не менее 20-30 %.

Условное экологическое равновесие возможно при такой же лесистости территории (20-30%), но при плотности населения не выше 100 человек на 1 км².

Относительное экологическое равновесие должно быть обеспечено во всех остальных случаях. Обязательным условием при этом должно быть наличие достаточно сбалансированных отношений между природой и техникой, урбанизированной и природной средой.

Поддержание экологического равновесия не только жизненно необходимо человеку, но и весьма выгодно экономически. Если бы нам пришлось полностью взять на себя обеспечение нормативного состояния воздуха, поверхностных и грунтовых вод и почвенного покрова в городах, то это было бы многократно дороже затрат на сохранение экологического равновесия уже имеющихся урбоэкосистем.

Непременными условиями экологического равновесия должны быть:

1) воспроизводство основных компонентов природной среды, обеспечивающее их баланс в межрайонных потоках вещества и энергии;

2) соответствие степени геохимической активности ландшафтов (в том числе наличие условий для достаточно высоких темпов миграции продуктов техногенеза) масштабам производственных и коммунально-бытовых загрязнений окружающей среды;

3) соответствие степени биохимической активности экосистемы района (в том числе наличие условий для биологической переработки органических и нейтрализации вредного воздействия неорганических загрязнений) уровню антропогенных загрязнений;

4) соответствие уровня физической устойчивости ландшафтов силе воздействия транспортных, инженерных, рекреационных и других антропогенных нагрузок;

5) баланс биомассы в ненарушенных или слабо нарушенных антропогенной деятельностью участках экосистемы района расселения.

Наличие в пределах района формирования системы расселения первого и последнего условий в ряде случаев может рассматриваться как достаточно

надежная гарантия удовлетворения всех других требований экологического равновесия.

Если рассмотреть все условия экологического равновесия на различных территориальных уровнях, можно заметить разницу в возможностях их реализации:

- на глобальном уровне все эти условия должны быть, безусловно, выполнены;
- их можно выполнить и на макротерриториальном уровне (континенты, крупные страны, отдельные регионы крупнейших государств);
- на микротерриториальном уровне применительно к локальным системам расселения (агломерации, города) можно выполнить только часть условий экологического равновесия, в чем нетрудно убедиться, рассмотрев упрощенный экологический баланс абиотических компонентов природной среды города с населением 1 млн жителей.

Территория (примерно 20 тыс. га) даже очень хорошо озелененного миллиона города за один год произведет не более 25–30 тыс. т кислорода. Потребление его промышленностью, энергетикой, транспортом города составит не менее 10 млн т (без учета ежегодного его потребления на окисление органических продуктов опада растительности, которое можно считать постоянным и независимым от антропогенной деятельности). Если бы воздушный бассейн такого города был ограничен какой-либо преградой, то кислорода его обитателям хватило бы всего на 40–50 лет. Благодаря тому, что воздух постоянно перемещивается и восстанавливается, убыль кислорода над урбанизированными территориями практически не ощущается. В среднем расход кислорода миллионным городом может быть восполнен за счет регенерации этого газа открытыми пространствами, занимающими не менее 15–20 тыс. км².

Таким образом, города существуют за счет открытых пространств – лесов, лугов, полей, акваторий.

Решают проблему экологического равновесия, в основном, двумя путями.

- снижением антропогенного давления на природные системы с одновременным повышением их продуктивности и устойчивости,
- путем включения в урбанизированное природопользование дополнительных территорий, чтобы обеспечить состояние динамического равновесия всей природно-антропогенной системы. В обоих случаях исходят из значений допустимой антропогенной нагрузки.

Решение проблемы охраны флоры, фауны, ландшафтов, нейтрализации негативного антропогенного воздействия на окружающую среду можно достичь путем создания в непосредственной близости от городов территорий противовесов с различным градостроительным и экологическим режимом. Известная теория "поляризованного ландшафта", суть которой определяется искусственной поляризацией биосфера и техносфера и закреплением за полярным ландшафтом различных народнохозяйственных функций.

Экологическое равновесие при взаимодействии урбанистических структур и окружающей среды во многом зависит от характера пространственной

организации систем расселения, то есть от соотношения в конкретных условиях зон с различным экологическим и хозяйственным режимом.

Формируя и проектируя крупные системы расселения, целесообразно рассматривать районы их формирования, включающие крупные городские образования и обширные открытые пространства, которые могли бы экологически уравновесить друг друга.

Стабилизировать и оптимизировать урбанизированную среду возможно лишь путем поддержания на высоком уровне жизнедеятельность растений.

Активное избирательное отношение растительного организма к неблагоприятным, стрессовым условиям внешней среды выражается в его способности к саморегуляции, оптимизации протекающих в нем процессов, приспособлению их к факторам внешней среды, с которыми организм находится в непрерывном взаимодействии на протяжении всего онтогенеза. Сюда относится устойчивость растений к недостатку или избытку воды, низким и высоким температурам, неблагоприятным сочетаниям комплекса экологических факторов, неблагоприятным концентрациям солей в почвенном растворе, а также к различным патогенным микроорганизмам и вредителям.

Защитные свойства растений во многом зависят от тех экологических условий, в которых они находятся. В городских условиях оптимальными для роста и развития многих растений являются парки площадью 50-100 га и сады, несколько худшими - бульвары и скверы, и неблагоприятными - асфальтированные улицы.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [2,4,5].

Вопросы к занятию

- 1) Какова важнейшая задача урбэкологии?
 - 2) Что понимают под динамическим экологическим равновесием экосистемы?
 - 3) При каких условиях может быть достигнуто полное экологическое равновесие?
 - 4) Какие условия могут обеспечить условное экологическое равновесие?
 - 5) В каких случаях обеспечивается относительное экологическое равновесие?
 - 6) Каковы непременные условия экологического равновесия?
 - 7) Какова разница в возможностях реализации условий экологического равновесия на различных территориальных уровнях?
- Рекомендуемая литература по теме 11: [2,4,5].**

Тема 12. Анализ демографической емкости территории

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Методы определения экологической совместимости природной среды с антропогенной нагрузкой.
- 2) Критерии демографической емкости территории.
- 3) Пути увеличения демографической емкости территории.

Методические указания по проведению занятия

Одним из методов определения экологической совместимости природной среды с антропогенной нагрузкой является метод определения демографической емкости территории (ДЕТ) - максимальной численности населения, проживание и деятельность которого на данной территории не приведет к деградации и разрушению природных экосистем.

ДЕТ – это сопоставление продуктивности абиотических и биотических компонентов экосистемы с потребностями населения в природных ресурсах. Определяется ДЕТ на основании системы определенных критерииев, которые можно объединить в четыре группы: территориальную гидросферную, растительную ресурсную.

В территориальную группу критериев входят: общая площадь района, площадь урбанизированных территорий, площадь лесных массивов, площадь сельхозугодий и площадь растительного покрова, не входящая в категорию лесных и сельскохозяйственных земель.

В группу гидросферных критериев входят значения показателей, определяющих гидрологический баланс территории: запасы наземных, грунтовых и подземных вод, динамика расхода воды, кратность водообмена.

К растительным критериям относят свойства растительных сообществ на данной территории, лимитирующих экологическую устойчивость системы. Они, в свою очередь, зависят от продуктивности и гомеостатичности природно-территориальных биогеоценозов, которых на территории России выделяют 8 видов. Это лесотундра, северная тайга, южная тайга, широколиственные леса, лесостепь, степь и полупустыни.

В ресурсную группу критериев включены: оценка уровня промышленно-хозяйственной деятельности населения и структуру потребления природных и топливно-энергетических ресурсов.

По полученным данным рассчитывается демографическая емкость территории (ДЕТ).

Как правило, в реальности этот показатель в густонаселенных районах превышен во много раз, что является поводом для поиска путей его увеличения. Увеличить ДЕТ можно многими путями.

Самый простой (экстенсивный) путь – расширить расчетную территорию биоэкономической системы, включив в её экологический каркас буферные и компенсационные зоны в виде лесопарков, заказников и заповедников и т.д., которые снижают средний показатель техногенной нагрузки на расчетную территорию. К этому же пути относится увеличение этажности строений и перенос под землю не только коммуникаций, но и торговых, бытовых и промышленных предприятий. Это позволит высвободить на территории городов площади для их озеленения и улучшения экологической обстановки.

Можно увеличить ДЕТ путем наращивания ресурсной и, в первую очередь, топливно-энергетической базы территории. При этом не только объемы потребляемых ресурсов, но их экологические параметры будут иметь решающее значение для увеличения ДЕТ и экологической стабилизации территории.

Так, к примеру, это может быть замена угля и нефтепродуктов на газообразное топливо или электроэнергию. Этот путь подразумевает также оптимизацию территории водой, пищевыми ресурсами и экологически рациональную утилизацию бытовых и промышленных отходов.

Снижение хозяйственно - промышленной активности населения, начиная с понижения мощности предприятий и перевода их на безотходное производство, и кончая их перепрофилированием или полным закрытием, ведет к увеличению ДЕТ.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [2,4,5].

Вопросы к занятию

- 1) В чем суть метода определения демографической емкости территории?
 - 2) Каковы критерии определения демографической емкости территории?
 - 3) Что входит в территориальную группу критериев?
 - 4) Какими путями можно увеличить демографическую емкость территории?
- Рекомендуемая литература по теме 12: [2,4,5].**

Тема 13. Модели устойчивого развития городов

Форма проведения занятий – лекция.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Компоненты модели устойчивого развития городов.
- 2) Стратегии развития городов.

Методические указания по проведению занятия

Модель устойчивого развития городов включает три основных компонента – экологический, экономический и социальный.

Согласно классическому экономическому подходу, деятельность человека представляет собой удовлетворение потребностей в условиях наличия ограниченных ресурсов. Однако известны случаи, когда удовлетворение текущих потребностей стало полезным только тем, кто пользуется его плодами в настоящее время, тем самым привело к исчерпанию данного ресурса для следующих поколений.

Со временем люди стали осознавать, что только экономический принцип не должен становиться основой развития, он должен находиться в балансе с социальными и экологическими показателями. В этой связи принцип устойчивого развития стал проникать в самые различные сферы деятельности человека:

- использование источников энергообеспечения и продовольствия,
- строительство промышленных и других объектов,
- вопросы энергосбережения и пр.

Градостроительная деятельность основывается на удовлетворении потребностей людей в комфортной городской среде. Здесь имеется в виду использование ресурсов в ходе освоения городских земель, а также строительство объектов городской инфраструктуры, что прямым влиянием может навредить будущим поколениям. В этой связи в земельное и градостроительное законодательство постепенно внедряется принцип устойчивого развития.

В настоящее время можно говорить о пяти измерениях устойчивого развития, которые необходимо принимать во внимание при разработке стратегий развития городов:

1. Экономическое измерение.
2. Социальное измерение.
3. Экологическое измерение.
4. Пространственное измерение.
5. Культурное измерение.

Экономическое измерение представляет собой достижение положительных эффектов от размещения ресурсов и качественного городского управления, что позволяет обеспечить приток инвестиций частного и государственного типа.

Социальное измерение является процессом содействия развитию человека через обеспечение справедливого распределения активов, в том числе доходов с целью сокращения разрыва между богатыми и бедными слоями населения.

Экологическое измерение в отношении устойчивого развития реализуется через ограничения потребления:

- энергетических ресурсов;
- уменьшение загрязнения окружающего мира;
- максимально возможная переработка отходов всех видов;
- внедрение экономического подхода в процесс использования природных ресурсов;
- разработка энергосберегающих технологий;
- совершенствование законодательной системы по защите окружающей среды.

Пространственное измерение выражается главным образом в достижении более сбалансированного развития городов и сельской местности. Это касается в первую очередь процесса перераспределения земель, минимизации негативного воздействия от миграции населения, разрастания окраин городов в ущерб сельскохозяйственной деятельности.

Культурное измерение выражается в поиске новых путей культурного обновления в отношении становления моделей плодотворного городского развития.

Город представляет собой сложную систему, которая по мере своего разрастания, способна достигнуть порога, после которого развитие может стать непредсказуемым и может стать причиной деградации во всех системах. Учитывать все пять измерений, важно, потому что, именно они представляют собой тот минимум, который должен присутствовать в деятельности городского управления, органов, ответственность за градостроительное планирование.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [2,4,5].

Вопросы к занятию

1) Какие компоненты включает модель устойчивого развития города?

- 2) Какие измерения устойчивого развития необходимо принимать во внимание при разработке стратегий развития городов?
- 3) Что представляет собой социальное измерение?
- 4) Через какие ограничения потребления реализуется экологическое измерение в отношении устойчивого развития?
- 5) Чем выражаются пространственное и культурное измерения??

Рекомендуемая литература по теме 13: [2,4,5].

2. Типовые тестовые задания по дисциплине

Тестовые задания открытого типа

1. Существование взаимодействий между искусственными и естественными объектами Земли требует совместного рассмотрения взаимодействующих объектов как сложных тел (систем), называемых.
2. Набор компонентов природной среды зависит от
3. В инженерно-геологических, а также геолого-инженерных процессах, происходящих в искусственных объектах, выявляются...
4. ПТС могут быть неравновесными или квазиравновесными в зависимости от стадии инженерно-геологического процесса (неустановившаяся, относительной стабилизации) по ...
5. В пределах региона нередко проявляются не прямые, а ... управляющие (техногенные) взаимодействия ПТС.
6. Категорию ПТС определяет не занимаемая площадь, а ее ...
7. Инженерно-геологическое тело, внутри границ которого в результате взаимодействия геологической среды с сооружением развивается преимущественно один инженерно-геологический процесс, учитываемый при проектировании сооружения, представляет собой ...
8. Единый реестр видов контроля создается в целях информационного обеспечения ...
9. Отнесение объектов контроля к определенной категории риска осуществляется ... (как часто).
10. Если объект контроля относится к ... риску, то выездные проверки не проводятся.
11. Срок проведения документарной проверки не может превышать
12. Локальную ПТС и ее подсистему — область взаимодействия, рассматривают при ...
13. Пространственно ограниченная природно-техническая управляемая система (ПТС) это ...
14. Количество основных механизмов образования ПТС ...

15. Некоторые из ..., массово поселяясь в технических узлах и конструкциях, препятствуют их эксплуатации и становятся причиной значительных материальных ущербов.
16. Система, состоянием которой можно манипулировать, создавая в ней условия благоприятные для жизни человека – это ...
17. Система жизнеобеспечения человека – это ...
18. Данный метод рассмотрен во всех стандартах и относится к «группе методов качественной оценки риска и широко применяется на практике» - это...
19. Результаты реагирования на аварии, несчастные случаи и профессиональные заболевания оформляются работодателем в форме ...
20. Оценка соответствия объекта экспертизы государственным нормативным требованиям охраны труда это ...
21. Групповые несчастные случаи должны быть расследованы за ...
22. Мониторинг, обработка и анализ внешних и внутренних параметров подсистем ПТС должны проводиться с учетом ...
23. Режимные данные о характеристиках ПТС используются для идентификации прогностических моделей природно-техногенных процессов подсистем ПТС на базе ...
24. Иерархические уровни ПТС (установить правильную последовательность)
- 1) локальный
 - 2) региональный
 - 3) глобальный
 - 4) ландшафтный
 - 5) объектный
25. Управляющими следует считать такие взаимодействия, которыми можно распоряжаться при управлении системой и которые можно ... с целью осуществления ее функционирования, предпочтительного по сравнению с другими возможными вариантами функционирования управляемой системы
- 1) изменять
 - 2) распространять
 - 3) повышать
 - 4) контролировать
26. В режиме функционирования элементарных ПТС, так же, как и в режиме природных систем, можно выделить ... стадии.
- 1) три
 - 2) две
 - 3) четыре
 - 4) пять
27. Информация о факте грубой неосторожности пострадавшего застрахованного работника при несчастном случае указывается в

- 1) заключении государственного инспектора труда
- 2) решении комитета (комиссии) по охране труда организации
- 3) приказе работодателя
- 4) акте о расследовании несчастного случая

28. Установить соответствие методов оценки риска

Определение		Метод оценки риска	
1	Данный метод рассмотрен во всех стандартах и относится к «группе методов качественной оценки риска и широко применяется на практике»	а	Метод «Система Элмери»
2	Данные методы предусматривают построение матрицы степеней риска обычно в системе координат «вероятность реализации опасности – последствия ее реализации»	б	Метод контрольных листов
3		в	Матричные методы оценки рисков

29. Установите соответствие

Определение		Действие	
1	Ситуационное управление ПТС и ее подсистем для получения внешних и внутренних параметров подсистем требует ...	а	инженерно-геологическая информация
2	Основа ситуационного управления ПТС	б	мониторинг
3	Задачи оптимизации ПТС решаются на базе прогноза структуры и свойств геологической среды и процессов ее эволюции, а прогноз требует ...	в	прогностическая модель

30. Количество уровней управления в сфере охраны труда

- 1) четыре
- 2) три
- 3) два
- 4) пять

3. Методические указания по выполнению контрольной работы

Контрольная работа (одна) пишется после изучения всего материала дисциплины. Работа состоит из подготовки ответов на один вопрос, решения одной задачи и охватывает все разделы дисциплины. Варианты заданий (вопросов) выбирают по таблице 1, ориентируясь на сумму двух последних цифр и последнюю цифру шифра. Например, учебный шифр студента 21-3ТБ/м-1624. В этом случае нужно ответить на вопрос 5 и решить задачу с исходными данными по указанному номеру варианта (в 5).

Контрольную работу нужно выполнять аккуратно, не допускаются произвольные сокращения слов. В левой стороне листа нужно оставлять поле шириной 30 мм. Ответы на вопросы должны быть полными, со ссылками на использованную литературу и нормативные акты. Для ссылок используйте квадратные скобки. В конце работы нужно привести полный список всех использованных источников. Рекомендуется использовать, помимо источников, приведенных в настоящих методических указаниях, любую другую новейшую литературу и нормативные акты.

Таблицы, рисунки, схемы следует размещать сразу после первого упоминания о них в тексте.

В формулах нужно указывать расшифровки всех буквенных обозначений. Все используемые единицы измерения должны соответствовать системе СИ.

При подготовке ответа на вопрос и решении задачи необходимо использовать, прежде всего, литературу, указанную к той теме дисциплины, к которой ближе всего относятся данный вопрос и задача.

Таблица 1 – Варианты заданий

Сумма двух последних цифр шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0-6	1 Задача в 1	2 Задача в 2	3 Задача в 3	4 Задача в 4	5 Задача в 5	6 Задача в 6	7 Задача в 7	8 Задача в 8	9 Задача в 9	10 Задача в 10
7-13	1 Задача в 1	2 Задача в 2	3 Задача в 3	4 Задача в 4	5 Задача в 5	6 Задача в 6	7 Задача в 7	8 Задача в 8	9 Задача в 9	10 Задача в 10
14-18	11 Задача в 1	12 Задача в 2	13 Задача в 3	14 Задача в 4	15 Задача в 5	16 Задача в 6	17 Задача в 7	18 Задача в 8	19 Задача в 9	20 Задача в 10

Вопросы для контрольной работы.

1. Понятие природно-технической системы.
2. Определения, свойства категории природно-технических систем.
3. Типы сфер взаимодействия различных природно-технических систем.

4. Общая схема создания управляемых ПТС
5. ПТС как структурный элемент биотехносферы.
6. Возможности управляемых ПТС по предотвращению развития парникового эффекта.
7. Придание управляемой ПТС функции регулятора стока.
8. Использование управляемых ПТС для предотвращения водных ресурсов.
9. Возможности управляемых ПТС для предотвращения процессов почвенной эрозии.
10. Нарушения ресурсной экологической функции литосферы и меры по их минимизации на основе создания управляемых ПТС.
11. Определение города. Понятие города как системы в большой системе городов.
12. Функции города как системы. Характерные черты поселений городского типа.
13. Связи между городами и другими поселениями, объединяющие их в систему.
14. Понятие урбанизации. Основные причины и закономерности образования урбанизированных территорий.
15. Агломерации. Мегаполисы как высокоурбанизированная пространственная структура.
16. Взаимодействие городов с абиотическими и биотическими компонентами природы.
17. Динамическое экологическое равновесие экосистемы. Условия экологического равновесия.
18. Пути увеличения демографической емкости территории.
19. Компоненты модели устойчивого развития городов.
20. Стратегии развития городов.

Задача. Город (городская среда) может рассматриваться как геосистема или как экосистема. В тех случаях, когда исследуются компоненты среды, природные и измененные человеком, принято говорить о «геосистемах». Когда же на первое место ставятся проблемы человека, его жизнеобеспечения, проблемы взаимоотношения со средой, употребляют термин «экосистема». Можно ли рассматривать город как ПТС?

Пример решения задачи. Город – это относительно обособленная в пространстве территориальная система, в границах которой тесно взаимодействуют природные, хозяйственные и социальные компоненты окружающей среды. Его существование и функционирование характеризуют: 1) антропоцентричность – выдвижение на первый план человека в биологическом звене системы; 2) территориальность, т.е. привязка объекта изучения к определенному пространству – местности, природным, административным единицам (обычно ло-

кальной или региональной размерности); 3) учет взаимосвязей как между человеком и средой, так и между другими компонентами и элементами систем (биотическими и абиотическими). Специфика системы «город» определяется еще и тем, что кроме живой и косной природы она включает большое число технических объектов. При этом компоненты системы «город» тесно взаимодействуют между собой, участвуя в передаче вещества и энергии, и взаимно влияют друг на друга. Отсюда следует, что город – это природно-техническая система.

4. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Дисциплина «Управление природно-технической системой города» - одна из важных дисциплин, определяющих уровень профессиональной подготовки специалиста по охране труда. Нужно также учитывать, что имеющиеся учебные пособия могут не соответствовать по своему содержанию действующим нормативным требованиям в области системы управления охраной труда, которые постоянно изменяются. Поэтому ряд вопросов студенту нужно изучать по действующим нормативным документам.

Рекомендуется посещение всех видов занятий, ведение конспектов, что, как показывает опыт, способствует более полному и прочному освоению дисциплины.

В процессе подготовки к практическим занятиям студенты должны использовать материалы лекций, литературу и интернет-ресурсы, заранее указываемые преподавателем. Практические занятия проводятся в форме упражнений. Изучение тем имеет большое значение для последующей трудовой деятельности. Нужно с самого начала приобретать опыт работы с нормативными правовыми актами в области охраны труда, накапливать эти документы в базах данных на электронных и бумажных носителях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате освоения дисциплины у студента формируются знания и навыки, позволяющие ориентироваться в принципах организации и особенностях территориального управления, учитывать современные тенденции развития техники и технологий в данной области, а также научно-методических основ технологии управления природно-техническими системами через регулирование их основных компонентов.

Студент приобретает способность к принятию решений по рациональному природопользованию, учитывающих экологические факторы наряду с техническими и экономическими.

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. 4,3.

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