

Белорусский национальный технический университет

Строительный факультет

Кафедра «Геотехника и строительная механика»

Заведующий кафедрой

_____ Борисевич А.А.

« ____ » _____ 2020 г.

Декан факультета

_____ Леонович С.Н.

« ____ » _____ 2020 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ»

Для студентов специальности

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Составители: Ерохина Ю.А., Уласик Т.М., Шипица Д.И.

Минск 2020

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по дисциплине «Основы экологии» предназначен для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм получения обучения и разработан с целью повышения эффективности организации учебного процесса.

ЭУМК разработан в соответствии со следующими нормативными документами:

1. Положение об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденное Постановлением Министерства образования Республики Беларусь №167 от 26.06.2011 г.;
2. Типовая учебная программа по дисциплине «Основы экологии», утвержденная Министерством образования Республики Беларусь 04.05.2011 г. (регистрационный № I.ТД-1.740/тип);
3. Учебная программа по дисциплине «Основы экологии» (УД-СФ56-17/уч от 24.09.2018 г.).

Цели ЭУМК:

– обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения будущих инженеров современным знаниям в области экологии, охраны окружающей среды;

– организации эффективной самостоятельной работы обучающихся.

Содержание и объем ЭУМК полностью соответствует образовательному стандарту высшего образования (первая ступень), а также учебно-программной документации образовательных программ высшего образования (первая ступень). Электронный учебно-методический комплекс разработан в печатном виде, доступен в электронном виде.

ЭУМК включает следующие разделы.

Теоретический раздел: содержит информацию по всему лекционному теоретическому курсу дисциплины, необходимую для самостоятельного изучения и подготовки к итоговой форме контроля.

Практический раздел: для самостоятельного выполнения студентами сформулированы практические экологические задачи, приведены методические указания по выполнению практических работ, а также перечень тем лабораторных работ с ссылкой на электронную версию лабораторного практикума.

Раздел контроля знаний: содержит варианты тестов и темы рефератов по дисциплине, список литературы.

Сведения об авторах.

Составителями ЭУМК по дисциплине «Основы экологии» являются: Ерохина Ю.А. – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Геотехника и строительная механика» строительного факультета БНТУ;

Уласик Т.М. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Геотехника и строительная механика» строительного факультета БНТУ;
Шипица Д.И.- кандидат технических наук, доцент кафедры «Геотехника и строительная механика» строительного факультета БНТУ.

ЭУМК рекомендуется использовать для выполнения всех видов внеаудиторной работы студентов: подготовка к лекциям, подготовка к практическим занятиям, подготовка к лабораторным занятиям (допуск к выполнению лабораторной работы, защита), подготовка рефератов, подготовка к зачету.

ЭУМК по дисциплине «Основы экологии» способствует успешному усвоению студентами учебного материала, дает возможность планировать и осуществлять самостоятельную работу, обеспечивает рациональное распределение учебного времени по темам учебной дисциплины и совершенствование методики проведения занятий и позволит сформировать профессиональные компетенции будущих специалистов.

Содержание

<u>1. Теоретический раздел</u>	5
Тема 1. Введение	5
<u>Тема 2. Назначение и роль биосферы</u>	14
<u>Тема 3. Экологические факторы</u>	25
<u>Тема 4. Экологическая система как основная функциональная единица экологии</u>	33
<u>Тема 5. Атмосфера и ее значение в биосфере</u>	37
<u>Тема 6. Гидросфера в составе биосферы</u>	42
<u>Тема 7. Литосфера и ее экологические функции</u>	46
<u>Тема 8. Экологическое нормирование</u>	56
<u>Тема 9. Региональные экологические проблемы Беларуси</u>	73
<u>2. Практическая часть</u>	86
<u>2.1. Практикум</u>	86
<u>2.2. Лабораторные работы</u>	127
<u>3. Раздел контроля знаний</u>	141
<u>Литература</u>	165

1. Теоретический раздел

Тема 1. Введение

Предмет и задачи дисциплины. Экология как наука. Связь экологии с другими науками. Понятие строительной экологии. Сохранение окружающей среды как одна из важнейших социальных задач в процессе экологической подготовки инженеров.

Предмет и задачи экологии.

Термин «экология» (от греческого *oikos*— дом, жилище, место обитания и *logos*— наука) был введен в научный оборот немецким ученым Э. Геккелем в 1869 году. Им же было дано одно из первых определений экологии как науки, хотя те или иные ее элементы содержатся в трудах многих ученых, начиная с мыслителей Древней Греции. Биолог Э. Геккель рассматривал в качестве предмета экологии *взаимоотношения животного с окружающей средой, и, первоначально, экология развивалась как биологическая наука.* Однако постоянно возрастающий антропогенный фактор, резкое обострение отношений природы и человеческого общества, возникновение необходимости охраны окружающей среды неизмеримо расширили рамки предмета экологии.

В настоящий момент экологию необходимо рассматривать как комплексное научное направление, которое обобщает, синтезирует данные естественных и социальных наук о природной среде и взаимодействии ее с человеком и человеческим обществом. Она действительно стала наукой о «доме», где «дом» (*oikos*) — вся наша планета Земля. Экологизация коснулась практически всех отраслей знаний, что привело к возникновению целого ряда направлений экологической науки. Эти направления классифицируются по предмету изучения, основным объектам, средам и т.п. Экологический цикл знаний включает около *70 крупных научных дисциплин*, а экологический лексикон насчитывает примерно *14 тыс. понятий и терминов.* К сожалению, единой общепринятой классификации направлений экологии не существует. В экологии как науке можно выделить следующие разделы:

- общая экология (биоэкология);
- прикладная экология;
- глобальная экология.

Общая экология изучает общие закономерности взаимоотношений любых живых организмов и среды (включая человека как биологическое существо).

В составе общей экологии выделяют следующие основные разделы:

- *аутэкологию* – раздел экологии, изучающий действие различных факторов внешней среды на отдельные организмы;

- *популяционную экологию* (демэкологию), в задачу которой входит изучение структуры и динамики популяций отдельных видов;
- *синэкологию* (биоценологию) – раздел экологии, изучающий сообщества организмов (биоценозы) и экосистемы;
- учения о биосфере или экология биосферы.

Прикладная экология – изучает возможность использования природных ресурсов и среды жизни, допустимые нагрузки на них, формы управления и хозяйствования (инженерная экология, экономика природопользования, сельскохозяйственная экология, военная экология, охрана природы).

Глобальная экология – изучает взаимоотношения человека как вида с окружающей средой с целью сохранения ее в пределах всей биосферы. Глобальная экология предусматривает осуществление тесного межгосударственного сотрудничества в области охраны окружающей среды, социально-экономического сотрудничества и координации действий.

В экологии, отдавая дань ее возникновению как естественной науки, выделяют динамическую и аналитическую ветви. *Динамическая экология* (эволюционно-динамическая) изучает динамику и эволюцию отношений организмов и их групп со средой обитания. *Аналитическая экология* — раздел экологии, исследующий основные закономерности взаимоотношения организмов и их популяций с природной средой. **Общая экология** (биоэкология) исследует основные принципы организации и функционирования различных надорганизменных систем. Сфера **частной экологии** ограничена изучением конкретных групп определенного ранга — *экология растений, экология животных, экология микроорганизмов*. Существует и более дробное деление разделов частной экологии: экология позвоночных, экология млекопитающих и т.д.

Экология может быть разделена на теоретическую и прикладную по сферам деятельности человека. *Прикладная экология* включает промышленную (инженерную) экологию, технологическую, сельскохозяйственную, химическую, медицинскую, промысловую, геохимическую, рекреационную экологию и др. *Прикладные аспекты экологической науки* служат основой для развития технической инженерной дисциплины — охраны окружающей среды.

К прикладным экологическим наукам относится и **строительная экология**. Предметом ее изучения является воздействие строительства на окружающую среду, а факторов окружающей среды — на функционирование зданий и сооружений в оптимальном для человека режиме с обеспечением высокого качества среды его обитания.

Задачи строительной экологии, сформулированные А.Н. Тетиором, следующие:

- оптимизация архитектурно-градостроительных, конструкторских, технологических разработок с учетом исключения негативных воздействий на окружающую среду;

- прогнозирование и оценка возможных негативных последствий строительства, эксплуатации новых и реконструируемых зданий и сооружений для окружающей среды;
- применение отходов производства при изготовлении строительных материалов и изделий с целью исключения поступления отходов в окружающую среду;
- использование биопозитивных, помогающих развитию природы, градостроительных, архитектурных, конструктивных, технологических решений;
- своевременное выявление объектов, наносящих ущерб окружающей среде, при помощи экологического мониторинга и принятия соответствующих решений.

Значительные масштабы и темпы современной урбанизации обусловили появление в рамках строительной экологии **урбоэкологии** (от лат. *урбанус* — городской) — эколого-градостроительного направления деятельности, занимающегося изучением способов наилучшего расселения людей в городах и других населенных пунктах с учетом интересов населения и сохранения природной среды.

В рамках **задач урбоэкологии** важное место занимает вопрос формирования жилища, отвечающего экологическим требованиям. *Экологичное жилище* — это жилище вместе с прилегающими участками, в котором формируется благоприятная среда обитания (микроклимат, защищенность от шума и загрязнений, обеспечение социально здоровых условий жизни, применение безвредных материалов в строительстве и т.п.) и которое не оказывает негативных воздействий на городскую и природную среду, отвечает требованиям энергосбережения, использует возобновляемые источники энергии и обеспечивает жителям контакты с природой.

Происходит постоянное расширение сферы исследований экологии. Появились *математическая, географическая, глобальная, космическая экология, палеоэкология, радиоэкология, экологическая минералогия, экотоксикология* и др.

Среди экологических наук особое место занимает **социальная экология**, рассматривающая взаимоотношения в глобальной системе «человеческое общество—окружающая среда» и изучающая взаимодействия человеческого общества с природной и созданной им техногенной средой. Социальная экология разрабатывает научные основы природопользования, предполагающие повышение качества жизни человека в среде его обитания с одновременным обеспечением сохранения природы.

Экология человека включает экологию города, экологию народонаселения, экологию человеческой личности, экологию человеческих популяций (учение об этносах) и т.д.

На стыке экологии человека и строительной экологии сформировалась **архитектурная экология**, которая изучает методы создания для людей комфортной, долговечной и выразительной окружающей среды.

Экологически недопустимо разрушение архитектурной среды города, часто возникающее при отсутствии композиционно-художественной связи новых и старых объектов и проч., поскольку архитектурная дисгармония вызывает снижение работоспособности и ухудшение здоровья человека.

К архитектурной экологии непосредственно примыкает новое научное направление — **видеоэкология**, изучающая взаимодействие человека с видимой средой. Видеоэкологи считают опасными для человека на физиологическом уровне так называемые *гомогенные и агрессивные визуальные поля*. **Первые** — это голые стены, стеклянные витрины, глухие заборы, плоские крыши зданий и др., **вторые** — всевозможные поверхности, испещренные одинаковыми, равномерно расположенными элементами, от которых рябит в глазах (плоские фасады домов с одинаковыми окнами, большие поверхности, облицованные прямоугольными плитками, и т.д.).

Среди перечисленных наук особенно актуально сегодня в общей и прикладной экологии сопряжение знаний о направлениях формирования и охраны окружающей среды обитания человека. В этой сфере знаний («**средологии**») особенно важным становится сохранение культурной среды обитания человека.

В настоящее время происходит формирование новой ветви экологической науки — **реставрационной экологии**. Эта сфера включает знание законов и механизмов системных взаимодействий среды и памятника, их места в экосистемах, изучение влияния экологических факторов и, в частности, микробиогенных, на повреждение материала памятника. Эти знания сегодня практически необходимы и являются основой формирования экологического мировоззрения в реставрационной деятельности, экологических принципов сохранения культурного наследия. Составной частью знаний в этой области должно стать изучение опыта (информационного ресурса) древних зодчих. Они хорошо знали законы природы и строили качественно и на века. Сегодня новые, агрессивные условия эксплуатации памятников архитектуры требуют новых экологически обоснованных технологий реставрации, учитывающих изменения этих условий.

Ноосферология (ноосфера — «сфера разума») изучает возможности формирования высшей стадии развития биосферы, связанной с возникновением и становлением в ней цивилизованного общества, когда разумная деятельность человека становится главным определяющим фактором развития. Понятие ноосферы ввел французский математик и философ Е. ле Руа, а теоретически разработал и развил в своих работах В.И. Вернадский.

Развивается новое направление в экологии — **глубокая экология**, основными положениями которой являются:

- признание самостоятельной ценности всех форм жизни, независимо от их полезности для человека;

- осознание богатства и разнообразия форм жизни, имеющих собственную ценность и способствующих расцвету человечества;

- человек не имеет права уменьшать богатство и разнообразие форм жизни (исключая случаи удовлетворения его насущных потребностей);

- расцвет человечества и его культуры может происходить в условиях сокращения его численности;

- современное вмешательство человека в другие формы жизни носит избыточный характер, и ситуация быстро ухудшается, что вызывает необходимость изменения технологий, экономики и идеологических структур взаимоотношения человека с другими формами жизни;

- основное идеологическое изменение — признание качества жизни человека важнейшим показателем.

С идеями глубокой экологии во многом смыкается концепция **инвайронментализма** (environment — окружающая среда), основные направления которого — радикальное преобразование системы ценностей общества, отрицание антропоцентризма и ограничение экономического роста и экологически неоправданного поведения.

Таким образом, целью данного курса является формирование у студентов экологического мировоззрения, основанного на знании экологических аспектов взаимодействия общества и природы на глобальном и региональном уровнях; влияния отдельных видов хозяйственной деятельности на человека и окружающую среду.

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

- разработка общей теории устойчивости экологических систем;

- изучение экологических механизмов адаптации к среде; исследование регуляции численности популяций;

- изучение биологического разнообразия и механизмов его поддержания;

- исследование продукционных процессов; исследование процессов, протекающих в биосфере, с целью поддержания ее устойчивости;

- моделирование состояния экосистем и глобальных биосферных процессов;

- прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий деятельности человека для окружающей среды;

- улучшение качества окружающей среды;

- сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов;

- оптимизация инженерных, экономических, организационно-правовых, социальных и иных решений для обеспечения экологически безопасного устойчивого развития.

Стратегическая задача экологии — развитие теории взаимодействия природы и общества на основе нового взгляда, рассматривающего человеческое общество как неотъемлемую часть биосферы.

Таким образом, *экологическое образование* – это целенаправленный процесс обучения личности и привития ей знаний о природе и формах отношения к ней человека и общества, развитие у нее эмоций и чувств, умений и навыков разумного поведения в природе и рационального потребления ее ресурсов. Остановить нарушение экологических законов можно, только подняв на должную высоту экологическую культуру каждого члена общества, основанную на глубоком понимании высшей ценности – гармоничного развития человека и природы. Это возможно сделать прежде всего через образование, через изучение основ экологии будущими специалистами.

История экологии

Экология как биологическая дисциплина возникла в конце 19 века, но превратилась в самостоятельную науку позже на стыке 19 и 20 веков. Первые экологические исследования стоит отнести к работам отца зоологии Аристотеля, который описал более 500 видов животных, указав, в том числе и на характер их мест обитания - а это уже сфера экологии.

В средние века интерес к изучению природы ослабевает из-за развития богословия и схоластики, но проявляется с новой силой в эпоху Возрождения, эпоху великих географических открытий, когда колонизация новых стран послужила толчком к развитию *систематики*—науки о разнообразии всех организмов на планете.

(Первые систематики Дж.Рей 1627-1705 и К Линней 170-1778)

Первый этап развития экологии – зарождение экологии как науки, накопление данных о взаимосвязи организмов с природной средой.

Второй этап - экология становится самостоятельной наукой

Именно в этот период в 1866 г. Э.Геккелем был предложен термин «экология». Интересно, что сам Геккель потом отрекся от введенного им названия, заменив его «экономией природы», однако термин «экология» постепенно получил всеобщее признание.

В 1859 г. появилась книга Ч. Дарвина //Происхождение видов путем естественного отбора//. Эволюционное учение Дарвина революционизировало всю биологию и явилось новым толчком в развитии экологии на качественно новой основе.

В конце 70-х 19 века в экологии возникло новое направление – *биоценология*. Немецкий гидробиолог К. Мебиус обосновал представление о биоценозе как сообществе организмов тесным образом связанных между собой.

К 40-м годам 20 века в экологии возник принципиально новый подход к исследованиям природных экосистем: В 1935 г английский ученый А. Тенсли выдвинул понятие *экосистемы*, а в 1940 г В.Н. Сукачев обосновал понятие о *биогеоценозе* как о едином комплексе организмов и абиотического окружения. С этого времени начинает развиваться энергетическое направление в экологии.

Огромное значение на развитие экологии оказали работы выдающегося русского ученого В.И. Вернадского. В 1926 году была опубликована его книга «Биосфера», Вернадский является основоположником фундаментального учения о биосфере, о чем мы подробнее поговорим на лекциях по биосфере. В это время закладываются научные основы охраны природы Г.А. Кожевниковым, В.В. Докучаевым, и др.

Третий этап (середина 20 века и до наших дней).

Происходит переход экологии в комплексную науку, которая включает в себя науки об охране природы и окружающей среды. Данный период связан с именами таких ученых как Д. Харпер, Ю. Одум, Н. Реймерс, Р. Уиттекер. и др.

Основные понятия экологии.

Основным понятием и термином в экологии является **ЭКОСИСТЕМА** (Введено в 1935 А.Тенсли) Под экосистемой понимается любое сообщество живых существ и среды их обитания, объединенных в единое функциональное целое

Свойства экосистемы:

- способность осуществлять круговорот веществ
- противостоять внешним воздействиям
- производить биологическую продукцию

Ранги экосистем: микро (небольшой водоем, труп животного с населяющими его организмами, ствол полуразложившегося дерева, аквариум, лужица капля воды); мезо (лес, пруд, река, водосбор) Макро (океан континент природная зона; глобальная экосистема -это биосфера в целом.

Биогеоценоз (введен Сукачевым в 1942) близко по содержанию смысла к экосистеме, но каждый биогеоценоз можно назвать экосистемой, но не каждая экосистема может быть отнесена к рангу биогеоценоза.

БИОГЕОЦЕНОЗ -- это совокупность растительных организмов, (фитоценоз), животных (зооценоз) и микроорганизмов (микробоценоз), занимающих определенный участок земной поверхности с его особыми свойствами атмосферы, почвы, геологического строения и водного режима.

ПОПУЛЯЦИЯ –это совокупность особей одного вида, занимающих относительно однородное пространство и способная к саморегулированию и поддержанию определенной численности.

Основные признаки популяции:

1. Неоднородность популяции, наличие разнообразия генетического и фенотического (разнообразие внешних факторов).
2. Способность приспосабливаться к окружающей среде.
3. Отсутствие жестких линейных границ.
4. Популяция – минимальная структура, где возможны эволюционные изменения.

Статические характеристики популяции – это такие характеристики популяции, которые позволяют характеризовать группу на определенном пространстве. Включает:

1. Общая численность.
2. Плотность.
3. Характер распределения особей (случайное, равномерное и скученное)
4. Возрастной состав.

Вид (лат. species) — таксономическая, систематическая единица, группа особей с общими морфофизиологическими, биохимическими и поведенческими признаками, способная к взаимному скрещиванию, дающему в ряду поколений плодовитое потомство, закономерно распространённая в пределах определённого ареала и сходно изменяющаяся под влиянием факторов внешней среды. Вид — реально существующая единица живого мира, основная структурная единица в системе организмов.

СООБЩЕСТВО – это совокупность взаимосвязанных организмов разных видов.

- Фитоценоз — растительное сообществ.
- Зооценоз – сообщество животных.
- Микробоценоз – сообщество микроорганизмов или микробного населения

АГРОЭКОСИСТЕМА. Человек взял у природы биогеоценоз и сделал агроэкосистемой, т.е. это видоизмененный биогеоценоз или же искусственно созданная система.

Гомеостаз. Регуляция численности особей.

Гомеостаз – постоянство численности популяции при определённых условиях среды, поддерживаемое механизмами саморегуляции. Основные признаки популяции, поддерживающие гомеостаз: смертность и рождаемость.

Рождаемость – число особей, рожденных популяцией за определённый промежуток времени. Определяется биологическими особенностями вида, экологическим положением в природе.

Смертность – число особей, погибших за определённый период времени. Зависит от условий среды, биологических особенностей вида, возраста и состояния популяции.

Экологические факторы, способные регулировать численность популяции:

- Модифицирующие (абиотические);
- Регулирующие (биотические) – регулирующие амплитуду колебаний популяции, снижающие максимальные пределы популяции.

Три типа колебания численности:

Стабильное состояние (небольшое колебание численности по годам: большие птицы);

Сезонное (резкое возрастание численности при рождении молодняка и снижение численности в течение года: грызуны);

Многолетний (со вспышками массового размножения, но малой продолжительностью жизни: саранча).

Уровни организации живых систем

Живые организмы, населяющие Землю, не разбросаны хаотично, а организованы в определенные развивающиеся группы. Такие группы, начиная с отдельных индивидов, составляют уровни организации живого или *структурные уровни*. Жизнь предстает перед нами как сложная иерархическая система, в которой элементы низшего уровня служат составными частями для структур более высокого уровня.

Итак, 9 уровней:

1. молекулярный (белки и молекулы);
2. клеточный;
3. тканевой;
4. органнй;
5. организменный;
6. популяционно – видовой;
7. биоценотический;
8. биогеоценотический (экосистемный);
9. биосферный (глобальный);

На организменном уровне рассматриваются проблемы адаптации организмов и механизмы, обеспечивающие устойчивость их функционирования.

На популяционном уровне взаимоотношения между организмами, обеспечивающие существование популяции как саморегулирующейся системы. Весьма важен из-за возможности управления популяциями со стороны человека.

На экосистемном уровне задачей является исследование закономерностей функционирования и продукционных процессов многовидовых биоценозов.

На биосферном (глобальном) уровне выявляются причины и механизмы изменения элементов биосферы в результате воздействия человека.

Системность экологии

Система – это взаимосвязанные, взаимодействующие и взаимозависимые компоненты

Виды систем:

- *Замкнутые*, которые не обмениваются с соседними ни веществом, ни энергией
- *Закрытые*, которые обмениваются с соседними энергией, но не веществом (космический корабль)
- *Открытые*, которые обмениваются с соседними и веществом и энергией.

Существование экосистем немислимо без связей.

Прямые – это связь, при которой один элемент А действует на другой элемент В безответной реакции (действие древесного яруса леса на травянистое растение, действие Солнца на земные процессы).

Обратные связи бывают *положительные* и *отрицательные*.

Обратная положительная связь ведет к усилению процесса в одном направлении.

Пример: заболачивание территории после вырубki леса

Снятие лесного полога и уплотнение почвы—накопление воды на ее поверхности—растения влагонакопители (мхи)—увеличение увлажнения—обеднение кислородом—замедление разложения растительных остатков—накопление торфа—дальнейшее усиление заболачивания

Обратная отрицательная связь действует таким образом, что в ответ на усиление действия элемента А увеличивается противоположная по направлению сила действия элемента В.

Эта связь позволяет сохраняться системе в состоянии устойчивого динамического равновесия. На этой связи базируется устойчивость и стабильность экосистем.

Пример: хищник-жертва (полевые мыши-лисы).

Локальное увеличение в атмосфере углекислого газа при извержении вулкана—повышение интенсивности фотосинтеза и связывание углекислоты в органическом веществе.

Тема 2. Назначение и роль биосферы

Образование, границы и эволюция биосферы. Учение В. И. Вернадского о биосфере. Функции живого вещества. Закон константности. Научно-технический прогресс и изменения в биосфере. Понятие ноосферы, техносферы, техногенеза. Особенности строительного техногенеза на современном этапе. Воздействие транспортного комплекса на биосферу.

В буквальном переводе термин “биосфера” обозначает сфера жизни или своеобразная оболочка Земли, которая заселена живыми организмами и в таком смысле он впервые был введен в науку в 1875 г. австрийским геологом и палеонтологом Эдуардом Зюссом. Однако задолго до этого под другими названиями, в частности "пространство жизни", "картина природы", "живая оболочка Земли" и т.п., его содержание рассматривалось многими другими естествоиспытателями. Первоначально под всеми этими терминами подразумевалась только совокупность живых организмов, обитающих на нашей планете, хотя иногда и указывалась их связь с географическими, геологическими и космическими процессами, но при этом скорее обращалось внимание на зависимость живой природы от сил и веществ неорганической природы. Даже автор самого термина "биосфера" Э.Зюсс в своей книге "Лик Земли", опубликованной спустя почти тридцать лет после введения термина (1909 г.), не замечал обратного воздействия биосферы и определял ее как "совокупность организмов, ограниченную в пространстве и во времени и обитающую на поверхности Земли". Постепенно идея о тесной взаимосвязи между живой и неживой природой, об обратном воздействии живых организмов и их систем на окружающие их физические, химические и геологические факторы все настойчивее проникала в сознание ученых и

находила реализацию в их конкретных исследованиях. Так, оказалось, например, что состав морской воды во многом определяется активностью морских организмов. Растения, живущие на песчаной почве, значительно изменяют ее структуру. Живые организмы контролируют даже состав нашей атмосферы. Все эти примеры свидетельствуют о наличии обратной связи между живой и неживой природой, в результате которой живое вещество в значительной мере меняет лик нашей Земли. Таким образом, биосферу нельзя рассматривать в отрыве от неживой природы, от которой она, с одной стороны зависит, а с другой – сама воздействует на нее.

Выдающийся российский ученый Владимир Иванович Вернадский (1863 – 1945) является автором учения о биосфере. В Ленинграде в 1926 году опубликовал книгу под названием «Биосфера». В этой работе биосфера показана как единая динамическая система, населенная и управляемая жизнью, живым веществом планеты. **БИОСФЕРА по Вернадскому – это все то пространство (оболочка Земли), где существует или когда-либо существовала жизнь, то есть, где встречаются живые организмы или продукты их жизнедеятельности и которая обладает антиэнтропийными свойствами.**

Биосфера (в современном понимании) – глобальная экосистема, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами. Различают:

·современную биосферу или необиосферу, представлена ныне живущими организмами

·палеобиосфера или древняя биосфера, ранее живущие и продукты их жизнедеятельности (безжизненные скопления органических веществ--залежи каменного угля, нефти, горючих сланцев или органические вещества образовавшиеся при участии живых организмов –мел, кремний, руды), залегают ниже современной биосферы, погребенные под ее новейшими образованиями.

Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы.

Атмосфера – наиболее легкая оболочка Земли, которая граничит с космическим пространством; через атмосферу осуществляется обмен вещества и энергии с космосом. Область распространения жизни ограничивается озоновым слоем –20-25 км, за пределами которого невозможно существование жизни.

Гидросфера – водная оболочка Земли. Вследствие высокой подвижности вода проникает повсеместно в различные природные образования, даже наиболее чистые атмосферные воды содержат от 10 до 50 мгр/л растворимых веществ. Глубина распространения живых организмов ограничивается температурами, нижний предел распространения жизни 11 км (Марианская впадина).

Литосфера – внешняя твердая оболочка Земли, состоящая из осадочных и магматических пород. Поверхностный слой литосферы, в котором осуществляется взаимодействие живой материи с минеральной (неорганической), представляет собой почву. Остатки организмов после разложения переходят в гумус (плодородную часть почвы). Фактически в литосфере жизнь прослеживается на протяжении 4 км, на Кольском полуострове до 6 км.

·Биосфера не занимает обособленного положения, ее распространение неравномерно, предел протяженности биосферы составляет 33-35 км, хотя теоретически может быть еще шире.

·Целесообразно различать границы палеобиосферы и необиосферы.. Граница палеобиосферы и необиосферы совпадают только в атмосфере.

Из всего выше сказанного вытекают *основные условия*, определяющие распространение живых организмов.

- 1.Достаточное количество кислорода и углекислого газа.
- 2.Наличие воды (обязательно в жидком виде).
- 3.Определенная соленость воды.
- 4.Благоприятный температурный режим, исключающий слишком высокие и слишком низкие температуры.
- 5.Наличие прожиточного минимума.

Функции живого вещества.

Вещественный состав биосферы разнообразен. Вернадский выделяет семь глубоко разнородных частей. В настоящее время предлагается следующие основные

- Живое вещество*, образованное совокупностью организмов;
- Костное вещество* – неживое, образуемое без участия живых организмов (твердое, жидкое, газообразное, это могут быть основные породы, лава вулканов, метеориты);
- Биокостное вещество* – совокупность живого и костного, т.е. костное вещество, преобразованное живыми организмами (вода, почва, ил, кора выветривания).

Биогенное вещество – это вещества, необходимые для существования живых организмов, которое создается в процессе жизнедеятельности организмов (газы атмосферы, каменный уголь, известняки)

- Вещество радиоактивного распада.*
- Рассеянные атомы земного вещества и космических излучений.*
- Вещества космического происхождения* в форме метеоритов и космической пыли.

Живое происходит только от живого, между ними проходит резкая граница, хотя они постоянно взаимодействуют.

Одним из центральных звеньев концепции биосферы является учение о живом веществе. Вернадский формулирует определение живого вещества. Вернадский назвал живое вещество формой чрезвычайной активности.

Живое вещество биосферы – это совокупность всех живых организмов. Главное предназначение живого вещества – накопление свободной энергии. По энергетическим запасам с живым веществом может соперничать только лава, образующаяся при извержении вулканов.

Отметим основные, по сути *уникальные, свойства живого вещества*:

1. Способность быстро занимать все свободное пространство. Вернадский назвал это свойство «всюдностью жизни». Способность быстрого освоения пространства связана с интенсивностью размножения.

2. Движение не только пассивное(под действием сил тяготения, гравитационных сил), но и активное(против течения, силы тяжести, движения воздушных потоков)

3. Высокая устойчивость при жизни, быстрое разложение после смерти

4. Высокая приспособительная способность (адаптация) к различным условиям и с связи с этим освоение всех сред жизни

5. Высокая скорость протекания реакций. Скорость переработки вещества организмами в процессе жизнедеятельности. Потребление пищи в 100-200 раз превышает массу организма

6. Высокая скорость обновления живого вещества. Живое вещество биосферы обновляется через 8 лет, при этом суши—14 лет, океана –33 дня. В результате этого свойства общая масса живого вещества прошедшего через биосферу примерно в 12 раз превышает массу Земли. Небольшая часть его законсервирована в виде органических остатков, остальная включена в процессы круговорота.

Всю деятельность живого вещества в биосфере можно свести к нескольким основополагающим функциям. Вернадский выделял 9, но в настоящее время название этих функций несколько изменено и некоторые из них объединены. Классификация предложена А.В. Лапо (1987).

1. **Энергетическая.** Связана с запасанием энергии в процессе фотосинтеза, передачей ее по цепям питания, рассеиванием.

2. **Газовая.** Способность изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом. Биосфера осуществляет два глобальных процесса, определяющих газовый состав атмосферы: выделение кислорода и поглощение углекислого газа в ходе фотосинтеза, а также поглощение кислорода и выделение углекислого газа при дыхании. Эти процессы обеспечивают относительное постоянство в атмосфере двух газов, определяющих уникальные условия Земли. Так, благодаря углекислому газу в атмосфере Земли наблюдается так называемый парниковый эффект значительно смягчающий суточные колебания температур. Кислород играет не только роль важнейшего окислителя. На высотах около тридцати километров, он активно поглощает губительные ультрафиолетовые лучи. Современный уровень содержания в атмосфере CO₂ составляет 0,03% O₂—21% В развитии биосферы отмечают два переломных периода (точки Пастера). 1 точка Пастера – когда содержание в атмосфере кислорода достигло 1% от современного уровня. Это обусловило появление

аэробных организмов, т.е. способных жить в среде, содержащих кислород. Это произошло 1,2 млрд лет назад. 2 точка Пастера – 10% от современного уровня. Это создало условия для создания озонового слоя в верхних слоях атмосферы и создались условия для выхода организмов на сушу (до этого защитным экраном от губительных ультрафиолетовых лучей была вода.)

3. **Окислительно-восстановительная.** Интенсификация процессов окисления, благодаря обогащению среды кислородом, и восстановления в процессе жизнедеятельности организмов. Благодаря ферментам, окислительно-восстановительные реакции в живых организмах протекают со скоростями, значительно выше, чем скорости реакций, протекающие в геологических оболочках планеты.

4. **Концентрационная.** Способность живых организмов накапливать в своем теле химические элементы. Результат этой функции—запас полезных ископаемых. Содержание углерода в угле по концентрации самое высокое. Нефть – концентрат углерода и водорода, под высоким давлением. Фосфор накапливается позвоночными животными в костях (Аппатиты). Меловые отложения имеют животное происхождение. Они образованы скоплением микроскопических известковых раковин морских амеб. В течение миллионов лет меловые отложения претерпевают постепенную кристаллизацию, превращаясь в известняки и мрамор.

5. **Деструктивная.** Разрушение организмами и продуктами их жизнедеятельности костных веществ и остатков органических веществ. Связана с круговоротом веществ (грибы и бактерии), в результате происходит минерализация органического вещества и превращение его в косное.

6. **Транспортная.** Перенос вещества и энергии в результате активной формы движения организмов. (Миграции и кочевки).

7. **Средообразующая.** Создание природной среды и поддержание в относительно стабильном состоянии ее параметров. Почвообразовательный процесс, гумуса.

8. **Рассеивающая.** Рассеивание энергии по трофическим уровням, гибели организмов при перемещениях в пространстве, смене покровов.

Весьма важна информационная функция – живые организмы и их сообщества накапливают определенную информацию, закрепляют ее в наследственных структурах и передают последующим поколениям.

Основные свойства биосферы

Биосфера – это глобальная экосистема. Ей присущи определенные свойства

1. Биосфера –централизованная система. Центральным звеном выступают живые организмы или живое вещество.
2. Биосфера –открытая система. Ее существование невозможно без поступления энергии из вне. Источником энергии является Солнце и биосфера постоянно испытывает воздействие

солнечной активности. (волны жизни у разных популяций, катаклизмы и катастрофы)

3. Биосфера—саморегулирующая система. Основной механизм —гомеостаз. т.е. способность биосферы возвращаться в исходное состояние, гасить возникающие возмущения. Здесь выполняется принцип Ле-Шателье – Брауна: при действии на систему сил, выводящих ее из состояния устойчивого равновесия, в ней возникает движение, при котором эффект этого воздействия ослабляется. Однако на сегодняшний день отдельные крупные возмущения биосистема не в силах погасить. Например:

- Распад экосистем, который приводит к опустыниванию
- Появление неустойчивых систем типа агроценозов и городских комплексов, которые не могут существовать самостоятельно и поддерживаются деятельностью человека.
- Рост концентрации CO₂ в атмосфере. Механизм регуляции – обратная отрицательная связь

4. Биосфера характеризуется большим разнообразием. Разнообразие рассматривается как одно из условий устойчивости системы. В настоящее время описано 2 млн. видов, из них 1,5 млн животных и 0,5 млн растений. Полагают что их число в 2-3 раза больше чем описано. Деятельность человека приводит к упрощению экосистем, т.е. уничтожение отдельных видов, уменьшение численности создание агроценозов на месте сложных природных систем (полностью исчезли с поверхности Земли степи, уменьшилось количество лесов, спрямление русел рек)

5. Наличие механизмов, осуществляющих круговорот веществ и связанная с этим неисчерпаемость отдельных химических элементов. Единственный способ сделать какой-то процесс бесконечным – пустить его по пути круговорота

Круговорот веществ в биосфере

Биота – это сочетание всех живых организмов, которые способны осуществить биогенный ток веществ в результате своей жизнедеятельности.

Абиота - представлена почвой и подстилающими породами в кот обитают живые организмы.

Биологический цикл – это круговорот химических веществ из неорганической среды через растения и живые организмы обратно в неорганическую среду с использованием солнечной энергии.

Большой кругооборот длится миллионы лет. Он заключается в том, что горные породы подвергаются разрушению, продукты разрушения сносятся потоками воды в Мировой океан или частично возвращаются на сушу вместе с осадками. Процессы опускания материков и поднятия морского дна в течении длительного времени приводят к возвращению на сушу этих веществ. И процессы начинаются вновь.

Малый кругооборот, являясь частью большого, происходит на уровне экосистемы и заключается в том, что питательные вещества почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и жизненные процессы. Продукты распада почвенной микрофлоры вновь разлагаются до минеральных компонентов, доступных растениям и вновь вовлекаются в поток вещества.

Закон (В. И. Вернадского) константности живого вещества

Закон (В. И. Вернадского) константности живого вещества: количество живого вещества планеты (для данного геологического периода) есть константа. Закон константности (сформулированный В. Вернадским):

Количество живого вещества биосферы (за определенное геологическое время) есть величина постоянная. Этот закон тесно связан с законом внутреннего динамического равновесия. По закону константности любое изменение количества живого вещества в одном из регионов биосферы неминуемое приводит к такой же по объему изменению вещества в другом регионе, только с обратным знаком.

Следствием этого закона есть правило **обязательного заполнения экологических ниш**. Правило константности числа видов в ходе стационарной эволюции биосферы: **число нарождающихся видов в среднем равно числу вымерших, и общее видовое разнообразие в биосфере есть константа.**

Видимо, это правило справедливо для уже сформировавшейся биосферы и, возможно, ограничено временами геологических периодов. Логически оно вытекает из необходимости материала для экологического дублирования, без которого структуры биосферы теряли бы свойство надежности. Эмпирические доказательства обсуждаемого правила получить едва ли доступно, поскольку в число видов входят и те, которые трудно обнаружить в геологических пластах.

Косвенно это правило иллюстрируется закономерностями правила ускорения эволюции, в ходе которого быстрое рождение видов сопровождается ускоренным их вымиранием.

Отсюда следует **правило обязательности заполнения экологических ниш, их относительно постоянного числа и многие другие обобщения.**

Понятие ноосферы, техносферы, техногенеза

Огромное влияние человека на природу и масштабные последствия его деятельности послужили основой для создания учения о ноосфере. Термин «**ноосфера**» переводится буквально как *сфера разума*. Впервые его ввел в научный оборот в 1927 г. французский ученый Э. Леруа вместе с Тейяром де Шарденом, рассматривая ноосферу как некое идеальное образование, внебиосферную оболочку мысли, окружающую Землю. Ряд ученых предлагает употреблять вместо понятия «ноосфера» другие понятия: «*техносфера*», «*антропосфера*», «*психосфера*», «*социосфера*» или использовать их в качестве синонимов. Подобный подход представляется

весьма спорным, так как между перечисленными понятиями и понятием «ноосфера» есть определенная разница.

Следует также отметить, что учение о ноосфере не носит пока законченного канонического характера, которое можно было бы принимать как некое безусловное руководство к действию.

Учение о ноосфере было сформулировано и в трудах одного из его основателей В.И. Вернадского. В его работах можно встретить разные определения и представления о ноосфере, которые к тому же менялись на протяжении жизни ученого. Вернадский начал развивать данную концепцию с начала 30-х гг. после детальной разработки учения о биосфере. В.И. Вернадский употребляет понятие «ноосфера» в разных смыслах:

1) как состояние планеты, когда человек становится крупнейшей преобразующей геологической силой;

2) как область активного проявления научной мысли;

3) как главный фактор перестройки и изменения биосферы.

Очень важным в учении В.И. Вернадского о ноосфере было то, что он впервые осознал и попытался осуществить *синтез естественных и общественных наук* при изучении проблем глобальной деятельности человека, активно перестраивающего окружающую среду. По его мнению, ноосфера есть уже качественно иная, высшая стадия биосферы, связанная с коренным преобразованием не только природы, но и самого человека. Это не просто сфера приложения знаний человека при высоком уровне техники. Для этого достаточно понятия «техносферы». Речь идет о таком этапе в жизни человечества, когда преобразующая деятельность человека будет основываться на строго научном и действительно разумном понимании всех происходящих процессов и обязательно сочетаться с «интересами природы».

В настоящее время под **ноосферой** понимается *сфера взаимодействия человека и природы, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится главным определяющим фактором развития*. В структуре ноосферы можно **выделить** в качестве составляющих человечество, *общественные системы, совокупность научных знаний, сумму техники и технологий в единстве с биосферой*. Гармоничная взаимосвязь всех составляющих структуры есть основа устойчивого существования и развития ноосферы.

Говоря об эволюционном развитии мира, его переходе в ноосферу, основатели этого учения расходились в понимании сущности данного процесса. Тейяр де Шарден говорил о постепенном переходе биосферы в ноосферу, т.е. «в сферу разума, эволюция которой подчиняется разуму и воле человека», путем постепенного сглаживания трудностей между человеком и природой.

У В.И. Вернадского мы встречаем иной подход. В его учении о биосфере живое вещество преобразует верхнюю оболочку Земли.

Постепенно вмешательство человека все увеличивается, человечество становится основной планетарной геолого-образующей силой. Поэтому (стержень учения Вернадского о ноосфере) человек несет прямую ответственность за эволюцию планеты. Стихийность развития делает биосферу непригодной для обитания людей. В связи с этим человеку следует соизмерять свои потребности с возможностями биосферы. Воздействие на нее должно быть дозировано разумом в ходе эволюции биосферы и общества. Постепенно биосфера преобразуется в ноосферу, где ее развитие приобретает направляемый характер.

В. И. Вернадский неоднократно подчеркивал, что человечество лишь вступает в данное состояние. И сегодня, спустя несколько десятилетий после смерти ученого, говорить об устойчивой разумной деятельности человека (т.е. о том, что мы уже достигли состояния ноосферы) нет достаточных оснований. И так будет, по крайней мере, до тех пор, пока человечество не решит глобальных проблем планеты, в том числе экологическую. О ноосфере правильнее говорить, как о том идеале, к которому следует стремиться человеку.

Ноосферу можно охарактеризовать как единство «природы» и «культуры». Таким образом, понятие «*ноосфера*» **предстаёт в двух аспектах:**

- *ноосфера в стадии становления*, развивающаяся стихийно с момента появления человека;

- *ноосфера развитая*, сознательно формируемая совместными усилиями людей в интересах всестороннего развития всего человечества и каждого отдельного человека.

Понятие о техносфере

Для обозначения преобразованного человеком мира в настоящее время используется термин “*техносфера* (биотехносфера, технобиосфера)” (Г.Ф. Хильми). Современное понимание техники как орудий труда и трудовых навыков (суммы технологий) обуславливает формулировку техносферы как области проявления технической деятельности человека. Утвердившееся в науках о земле понятие “*техногенез*”, т.е. искусственное или техническое созидание, логически ведет к выделению техносферы как области проявления техногенеза. В отличие от биосферы техносфера – не самоуправляющаяся организованная система, а сложный конгломерат многих подсистем, которыми управляет человек. Эти подсистемы не аккумулируют, а расходуют энергию, биомассу и кислород биосферы. Возникновение множества подсистем и систем техносферы усложнило биосферу. По оценкам В.А. Ковды, на огромной площади (до 25-30 % суши) природные экосистемы полностью замещены техногенными системами. Однако организованного взаимодействия между биосферой и техносферой добиться пока не удалось.

Техносфера и составляющие ее техногенные подсистемы расположены в биосфере, но они не обладают большинством свойств и функций, которые

присущи природным экосистемам. Будучи гетеротрофными, техногенные функциональные образования могут существовать лишь при использовании энергии и биомассы, накапливаемых автотрофными системами биосферы. Именно по этой причине техногенные системы разрушают биосферные автотрофные экосистемы, замещая их в пространстве (Черников, Черкес, 2000).

В процессе функционирования техносферы имеет место разрыв циклов, существующих в биосфере. Он проявляется прежде всего в том, что изъятые из окружающей среды вещества биотического происхождения не возвращаются в природу в пригодном для включения в круговорот виде. Этот процесс ведет к обеднению природной среды веществами, которые необходимы для функционирования живого.

Прогрессирующий процесс освоения природно-ресурсного потенциала биосферы закономерен и неизбежен. Он не может прекратиться, ибо осуществляется как в силу действия законов природы, так и в силу законов общественного развития. Однако достижения научно-технического прогресса носят противоречивый характер. Двойственность эта прежде всего проявляется в том, что расширяются возможности использования сил природы, а вместе с тем усиливается отрицательное влияние на биосферу и биосферные процессы.

Проблемы, порождаемые техногенезом

1. Проблема химического загрязнения природных сред. Загрязненными считаются такие биокосные системы, в которых в результате привноса избыточных количеств каких-либо химических веществ оказываются нарушены биогеохимические функции живого вещества, пищевые цепи, снижается количество биологической продукции и её разнообразие. При значительных масштабах загрязнение приводит к техногенной трансформации природной системы или даже к её разрушению.

2. Проблема теплового загрязнения биосферы. Один из результатов техногенеза – рассеяние значительной части используемой энергии в тепловой форме. Главная причина в том, что огромные объёмы солнечной энергии, аккумулированные в горючих полезных ископаемых за многие сотни миллионов лет, мы «вбрасываем» в биосферу в течение очень узкого промежутка времени. Исторически доля рассеянной энергии относительно общего количества используемой в техногенезе, снижается благодаря появлению более эффективных технологий. Но в абсолютном выражении количество рассеиваемой тепловой энергии растёт. В больших городах уже сейчас доля техногенного разогрева атмосферы составляет 5% от объёма поступающей солнечной радиации. Есть оценки, что увеличение мирового производства энергии на 5-10% в год без изменения структуры энергопользования приведёт к тому, что через 100-200 лет баланс техногенного тепла сравняется с балансом солнечной радиации.

3. Проблема вероятного роста парникового эффекта. Его основная техногенная причина – увеличение содержания в атмосфере парниковых

газов, в первую очередь CO₂, значительные объёмы которого поставляются в результате сжигания топлива и других видов промышленной деятельности.

4. Проблема запыления атмосферы в результате выбросов предприятий и других видов промышленной деятельности. Это ведёт к уменьшению притока солнечной радиации к поверхности Земли, что также меняет энергетический баланс в биосфере.

5. Проблема уменьшения общего количества биомассы и биоразнообразия в биосфере Земли в результате смены природных ландшафтов техногенными на обширных территориях. Это влечёт за собой очень широкий спектр изменений хода различных биосферных процессов.

Выход один – разрабатывать научные основы взаимодействия общества и окружающей среды на всех уровнях – от локального до глобального.

Воздействие транспортного комплекса на биосферу

Воздействие транспорта и обеспечивающей его функционирование инфраструктуры на окружающую природную среду сопровождается значительным загрязнением окружающей среды. В качестве основных видов воздействия транспортно-дорожного комплекса России (ТДК России) можно отметить *загрязнение атмосферного воздуха токсичными компонентами отработанных газов транспортных двигателей, выбросы в атмосферный воздух стационарных источников загрязнения, загрязнение водных объектов, образование производственных отходов и воздействие транспортного шума*. Воздействие водного транспорта на окружающую среду прежде всего на водные ресурсы связано с *потерей нефтепродуктов при погрузке и выгрузке, сбросами загрязненных вод*, а также сносами сыпучих грузов с причалов, *потерями при работе земляных снарядов* и т.п. Сточные воды от судов, административных и производственных корпусов портов направляются в городской коллектор и далее на городские очистные сооружения.

Воздействие авто на окружающую среду.

к источникам загрязнения окружающей среды автотранспортным комплексом большого города относят: автомобили в движении; производственно-техническую базу — *автостоянки, автотранспортные предприятия, гаражностроительные кооперативы, станции технического обслуживания автомобилей, автозаправочные станции*, а также *автомобильные дороги и инженерные сооружения* (мосты, путепроводы), т.е., по сути, только технические объекты. По мнению ученых, вредное воздействие АТК на окружающую среду заключается в ее негативном изменении в результате попадания в атмосферный воздух, воду, почву токсичных компонентов отработавших газов, продуктов изнашивания деталей, дорожного полотна, отходов производственно-эксплуатационной деятельности, образующихся при движении, в процессах погрузочно-разгрузочных работ, заправки, мойки, хранения, технического обслуживания и ремонта автомобилей. В то же время федеральный закон "Об охране

окружающей среды", который подготовлен, разумеется, не без участия ученых и специалистов, к негативным воздействиям на окружающую среду относит: выбросы в атмосферный воздух загрязняющих и иных веществ; сбросы загрязняющих, иных веществ и микроорганизмов в поверхностные, подземные водные объекты и на водосборные площади; загрязнение недр, почв; размещение отходов производства и потребления; повышенный шум, влияние тепловых, электромагнитных, ионизирующих и других видов физических воздействий. То есть закон рассматривает проблему значительно шире, чем авторы публикаций. Однако и он не затрагивает аспекты взаимодействия некоторых элементов автотранспортного комплекса с окружающей средой.

Тема 3. Экологические факторы

Условия существования и экологические факторы: определение и классификация. Закон минимума (Либиха), закон толерантности (Шелфорда).

Экологические факторы — свойства среды обитания, оказывающие какое-либо воздействие на организм. Индифферентные элементы среды, например, инертные газы, экологическими факторами не являются.

Экологические факторы отличаются значительной изменчивостью во времени и пространстве. Например, температура сильно варьирует на поверхности суши, но почти постоянна на дне океана или в глубине пещер.

Один и тот же фактор среды имеет разное значение в жизни совместно обитающих организмов. Например, солевой режим почвы играет первостепенную роль при минеральном питании растений, но безразличен для большинства наземных животных. Интенсивность освещения и спектральный состав света исключительно важны в жизни фототрофных организмов (большинство растений и фотосинтезирующие бактерии), а в жизни гетеротрофных организмов (грибы, животные, значительная часть микроорганизмов) свет не оказывает заметного влияния на жизнедеятельность.

Экологические факторы могут выступать как раздражители, вызывающие приспособительные изменения физиологических функций; как ограничители, обуславливающие невозможность существования тех или иных организмов в данных условиях; как модификаторы, определяющие морфо-анатомические и физиологические изменения организмов.

Организмы испытывают воздействие не статичных неизменных факторов, а их **режимов** — последовательности изменений за определённое время.

Классификации экологических факторов

По характеру воздействия:

Прямо действующие — непосредственно влияющие на организм, главным образом на обмен веществ

Косвенно действующие — влияющие опосредованно, через изменение прямо действующих факторов (рельеф, экспозиция, высота над уровнем моря и др.)

Условно действующие - влияние элементов экосистемы (биогеоценоза) усиленных или ослабленных действием других экологических факторов

По происхождению:

Абиотические — факторы неживой природы:

- *климатические*: годовая сумма температур, среднегодовая температура, влажность, давление воздуха

- *эдафические* (эдафогенные): механический состав почвы, воздухопроницаемость почвы, кислотность почвы, химический состав почвы

- *орографические*: *рельеф*, высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона

- *химические*: газовый состав воздуха, солевой состав воды, концентрация, кислотность;

- *физические*: шум, магнитные поля, теплопроводность и теплоёмкость, радиоактивность, интенсивность солнечного излучения;

гидрографические: плотность воды, течение, прозрачность и т.д

- *пирогенные*: факторы огня.

Биотические — связанные с деятельностью живых организмов:

- фитогенные — влияние растений

- микогенные — влияние грибов

- зоогенные — влияние животных

- микробиогенные — влияние микроорганизмов

Антропогенный (антропический) фактор:

В 1912 г. российский ученый проф. Г.Ф. Морозов в своей книге "Учение о лесе" определил воздействие человека на природу в качестве отдельного экологического фактора и разделил его по характеру влияния на природную среду на прямое, косвенное и условное антропогенное воздействие [Морозов,1949]. **Прямое антропогенное воздействие** – непосредственное влияние человека на компоненты экосистемы (биогеоценоза). Это сбор ягод, грибов, вырубка деревьев и т.п. **Косвенное антропогенное воздействие** – влияние человека через промежуточный уровень. Это изменение уровня грунтовых вод, изменение температурного режима, радиационное загрязнение и т.п. **Условное антропогенное воздействие** – это воздействие биотических и абиотических факторов, усиленных или ослабленных воздействием человека.

В 1981 г. опубликовано определение «*Антропогенный фактор*» - это всякое, связанное как с сознательной, так и с бессознательной

жизнедеятельностью человека воздействие на окружающую [природную] среду, ведущее к количественным и качественным изменениям ее компонентов [Попа, 1981].

В 2011 г. опубликована разработанная на примере широколиственных лесов степной зоны шкала антропогенной дигрессии биогеоценозов (экосистем), включающая 12 стадий разрушения природной среды человеком, от состояния условно не нарушенных экосистем до стадии полной потери биогеоценозами жизненных функций [Попа, 2011].

Действие экологических факторов на организм

Факторы среды воздействуют на организм не по отдельности, а в комплексе, соответственно, любая реакция организма является многофакторно обусловленной. При этом интегральное влияние факторов не равно сумме влияний отдельных факторов, так как между ними происходят различного рода взаимодействия, которые можно подразделить на четыре основных типа:

Монодоминантность — один из факторов подавляет действие остальных и его величина имеет определяющее значение для организма. Так, полное отсутствие, либо нахождение в почве элементов минерального питания в резком недостатке или избытке препятствуют нормальному усвоению растениями прочих элементов.

Синергизм — взаимное усиление нескольких факторов, обусловленное положительной обратной связью. Например, влажность почвы, содержание в ней нитратов и освещённость при улучшении обеспечения любым из них повышают эффект воздействия двух других.

Антагонизм — взаимное гашение нескольких факторов, обусловленное обратной отрицательной связью: увеличение популяции саранчи способствует уменьшению пищевых

Провокационность — сочетание положительных и отрицательных для организма воздействий, при этом влияние вторых усилено влиянием первых. Так, чем раньше наступает оттепель, тем сильнее растения страдают от последующих заморозков.

Влияние факторов также зависит от природы и текущего состояния организма, поэтому они оказывают неодинаковое воздействие как на разные виды, так и на один организм на разных этапах онтогенеза: низкая влажность губительна для гидрофитов, но безвредна для ксерофитов; низкие температуры без вреда переносятся взрослыми хвойными умеренного пояса, но опасны для молодых растений.

Факторы могут частично замещать друг друга: при ослаблении освещённости интенсивность фотосинтеза не изменится, если увеличить концентрацию углекислого газа в воздухе, что обычно и происходит в теплицах.

Результат воздействия факторов зависит от продолжительности и повторяемости действия их экстремальных значений на протяжении всей жизни организма и его потомков: непродолжительные воздействия могут и

не иметь никаких последствий, тогда как продолжительные через механизм естественного отбора ведут к качественным изменениям.

Реакция организма на изменение экологических факторов

Организмам, особенно ведущим прикрепленный, как растения, или малоподвижный образ жизни, свойственна пластичность — способность существовать в более или менее широких диапазонах значений экологических факторов. Однако при различных значениях фактора организм ведёт себя неодинаково.

Соответственно выделяют такое его значение, при котором организм будет находиться в наиболее комфортном состоянии — быстро расти, размножаться, проявлять конкурентные способности. По мере увеличения или уменьшения значения фактора относительно наиболее благоприятного, организм начинает испытывать угнетение, что проявляется в ослаблении его жизненных функций и при экстремальных значениях фактора может привести к гибели.

Графически подобная реакция организма на изменение значений фактора изображается в виде кривой жизнедеятельности (экологической кривой), при анализе которой можно выделить некоторые точки и зоны:

Кардинальные точки:

- точки минимума и максимума — крайние значения фактора, при которых возможна жизнедеятельность организма.

- точка оптимума — наиболее благоприятное значение фактора.

Зоны:

- зона оптимума — ограничивает диапазон наиболее благоприятных значений фактора.

- зоны пессимума (верхнего и нижнего) — диапазоны значений фактора, в которых организм испытывает сильное угнетение.

- зона жизнедеятельности — диапазон значений фактора, в котором он активно проявляет свои жизненные функции.

- зоны покоя (верхнего и нижнего) — крайне неблагоприятные значения фактора, при которых организм остаётся живым, но переходит в состояние покоя.

- зона жизни — диапазон значений фактора, в котором организм остаётся живым.

За границами зоны жизни располагаются летальные значения фактора, при которых организм не способен существовать.



Рис. 1. Результаты действия факторов. Закон толерантности

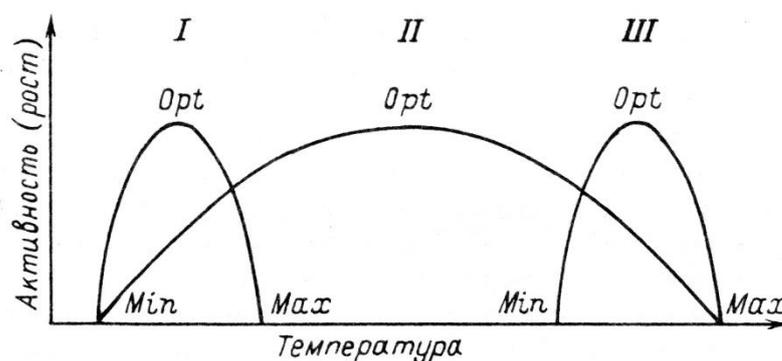


Рис. 2. Купола толерантности организмов: I – стенобионты (холодолюбивые); II – эврибионты; III – стенобионты (теплолюбивые)

Изменения, происходящие с организмом в пределах диапазона пластичности, всегда являются фенотипическими, при этом в генотипе кодируется лишь мера возможных изменений — норма реакции, которая и определяет степень пластичности организма.

На основе индивидуальной кривой жизнедеятельности можно прогнозировать и видовую. Однако, так как вид представляет собой сложную надорганизменную систему, состоящую из множества популяций, расселённых по различным местообитаниям с неодинаковыми условиями среды, при оценке его экологии пользуются обобщёнными данными не по отдельным особям, а по целым популяциям. На градиенте фактора откладываются обобщённые классы его значений, представляющие

определённые типы местообитаний, а в качестве экологических реакций чаще всего рассматриваются обилие или частота встречаемости вида. При этом следует говорить уже не о кривой жизнедеятельности, а о кривой распределения обилий или частот.

Закон минимума (Либиха), закон толерантности (Шелфорда)

1 закон -- закон Либиха (закон минимума).

При всем многообразии экологических факторов и сложностях, возникающих при попытке оценить их совместное (комплексное) воздействие, важно, что составляющие естественный комплекс факторы имеют неодинаковую значимость. Еще в 19 веке немецкий ученый-агрохимик Юстус Либих (Liebig, 1840), изучая влияние различных микроэлементов на рост растений, установил: рост растений ограничивается элементом, концентрация которого лежит в минимуме.

Фактор, находящийся в недостатке, был назван *лимитирующим* или *ограничивающим*, т.е. любой фактор, который ограничивает процесс развития и существования организма.

В настоящее время закон минимума Либиха трактуется более широко: *в комплексе экологических факторов сильнее действует тот, который наиболее близок к пределу выносливости.*

Например, содержание фосфатов в морской воде является лимитирующим фактором, определяющим развитие планктона и в целом продуктивность сообществ.

2 закон -- Закон толерантности Шелфорда.

В 1913 году сформулировал американский зоолог Виктор Эрнест Шелфорд: *лимитирующим фактором развития организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми есть толерантность, т.е. величину выносливости организма.* Чем шире интервал, тем больше устойчивость организма. Закон толерантности является одним из основополагающих принципов современной экологии.

3 закон – закон относительного действия лимитирующих факторов: Рост, развитие организмов зависит не только от вещества с минимальной концентрацией, но и от наличия концентраций других веществ в среде.

4 закон – закон компенсации фактора.

Отсутствие или недостаток экологического фактора может быть заменен другим близким экологическим фактором.

В 1930 г. Э.Рюбель сформулировал *закон компенсации факторов: отсутствие или недостаток некоторых(не фундаментальных) факторов может быть компенсирован другим близким фактором.* В более общей формулировке он звучит следующим образом: *одни факторы могут усиливать или смягчать действие других факторов.* Например, недостаток света может в какой-то мере смягчаться повышенным содержанием углекислого газа в воздухе, при отсутствии кальция моллюски могут использовать стронций для строительства своих раковин, если нет азота минерального, то можно заменить органикой, сидератами.

5 закон – закон совокупного действия фактора.

Взаимосвязь экологических факторов, их взаимное усиление или ослабление определяют воздействие на организм. При этом важно воздействие не только из вне, но и физиологическое состояние организма.

Закон совокупного действия естественных факторов (закон Митчерлиха—Тинемана—Бауле): объем урожая зависит не от отдельного, пусть даже лимитирующего фактора, а от всей совокупности экологических факторов одновременно. Частицу каждого фактора в совокупном действии ныне можно подсчитать.

Закон имеет силу при определенных условиях - если влияние монотонное и максимально обнаруживается каждый фактор при неизменности других в той совокупности, которая рассматривается.

6. Основные положения Одума

· Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности по отношению к ярким экологическим факторам и узкий по отношению к другим

· Организмы с широким диапазоном толерантности ко многим экологическим факторам наиболее распространены

· Если условия по какому-то экологическому фактору не благоприятны для организма, то это сужает диапазон толерантности в действии других экологических факторов.

Постулаты закона Коммонера

Первый закон. Все связано со всем. Это закон об экосистемах и биосфере, обращающий внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе. Он призван предостеречь человека от необдуманного воздействия на отдельные части экосистем, что может привести к непредвиденным послед-ствиям (например, осушение болот приводит к обмелению рек).

Второй закон. Все должно куда-то деваться. Это закон о хозяйственной деятельности человека, отходы от которых неизбежны, и потому необходимо думать как об уменьшении их количества, так и о последующем их использовании.

Третий закон. Природа "знает" лучше. Это закон разумного, сознательного природопользования. Нельзя забывать, что человек - тоже биологический вид, что он - часть природы, а не ее властелин. Это означает, что нельзя пытаться покорить природу, а нужно сотрудничать с ней. Пока мы не имеем полной информации о механизмах и функциях природы, а без точного знания последствий преобразования природы недопустимы никакие ее "улучшения".

Четвертый закон. Ничто не дается даром. Это закон рационального природопользования. "...Глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которая не может являться объектом всеобщего улучшения". Платить нужно энергией за дополнительную очистку отходов, удобрением - за повышение урожая, санаториями и лекарствами - за ухудшение здоровья человека и т.д.

Научно-технический прогресс и его влияние на биосферу

Ещё в начале века Вернадский отметил, что деятельность человека стала сравнима с геологическими преобразованиями. В настоящее время человек использует более 60% суши и более 15% речных вод. Ежегодно человек добывает более 100 миллиардов тонн руды, уничтожая более 20 миллионов гектаров леса. В своей деятельности человек использует более 500 тысяч химических соединений. Из них более 40 тысяч вредны для человека, более 15 тысяч токсичны.

Классификация загрязнений окружающей среды.

Загрязнением в узком смысле слова называется внесение в какую-либо среду, не характерное для неё химических, физических и биологических компонентов.

Непосредственными объектами загрязнений служат компоненты экотопа. Косвенными объектами загрязнений служат составляющие биоценоза. Первую классификацию загрязнений предложил американский учёный Парсон. Она включает в себя следующие типы загрязнений:

- 1) Сточные воды.
- 2) Минералы, неорганические кислоты и соли.
- 3) Органические кислоты и соли.
- 4) Твёрдый сток.
- 5) Вещества, имеющие питательную ценность для растений.
- 6) Радиоактивные вещества
- 7) Носители инфекции

Существует и иная классификация, которая первоначально делит загрязнения на естественные и антропогенные.

К антропогенным относятся:

- 1) Механические (загрязнение среды компонентами, оказывающие лишь механическое воздействие без физико-химических последствий).
- 2) Химические (изменение естественных химических свойств среды).
- 3) Физическое (шумовое, световое, тепловое, электромагнитное, радиоактивное).
- 4) Биологическое (загрязнение путём внесения в среду биологического организма).

Загрязнением в широком смысле слова называется внесение в ту или иную экологическую систему несвойственных ей живых или неживых компонентов или структурных изменений, прерывающих круговорот веществ, потоки энергии и информации, вследствие чего данная экосистема разрушается, или снижается её продуктивность.

Ингредиентное загрязнение – это совокупность веществ, качественно или количественно чуждых биоценозу.

Параметрическое загрязнение – это изменение качественных параметров окружающей среды.

Биоценотическое загрязнение – это воздействие на состав и структуру популяций организма.

Социально-деструктивное – это изменение ландшафта и экосистем в процессе природопользования.

Последствия загрязнений:

1) Загрязнение есть нежелательный процесс потерь вещества, энергии, труда и средств, превращенных в безвозвратные отходы, рассеиваемые в биосфере.

2) Загрязнение снижает продуктивность как отдельных экологических систем, так и всей биосферы в целом.

3) Загрязнение имеет следствие необратимых разрушений как отдельных систем, так и всей биосферы в целом, включая воздействия на глобальные физикохимические параметры среды.

4) Загрязнение прямо или косвенно ведёт к ухудшению физического и морального состояния человека.

Тема 4. Экологическая система как основная функциональная единица экологии

Компоненты экологических систем и их биологическая эффективность. Основные свойства экосистем, структура, связь с окружающей средой. Устойчивость экосистем. Влияние автомобильных дорог на устойчивость экосистем. Типы экосистем (естественные, искусственные, охраняемые). Моделирование экосистемы. Город – как специфическая экологическая система.

Компоненты экологических систем и их биологическая активность.

В состав абиотической части входят такие компоненты:

- неорганические вещества (углекислый газ, кислород, вода и т.д.), которые благодаря деятельности живых организмов включаются в круговорот;

- органические вещества (остатки живых организмов или продукты их жизнедеятельности), связывающие воедино абиотическую и биотическую части биогеоценоза;

- климатический режим, или микроклимат (среднегодовая температура, количество осадков и т.д.), который определяет условия существования организмов.

Биотическую часть биогеоценоза составляют разные экологические группы организмов, объединенных между собой пространственными и трофическими связями:

- продуценты (от лат. продуцентис – вырабатывающий, создающий) — популяции автотрофных организмов, способных синтезировать органические вещества из неорганических (фототрофные или хемотрофные организмы);

- консументы (от лат. консумо – потребляю) - популяции гетеротрофных организмов, питающихся другими живыми организмами или мертвой органикой (фитофаги, хищники, паразиты, сапротрофы);

Поток энергии в биосфере. Закон Линдемана

1.) материальный круговорот;

2.) поток энергии.

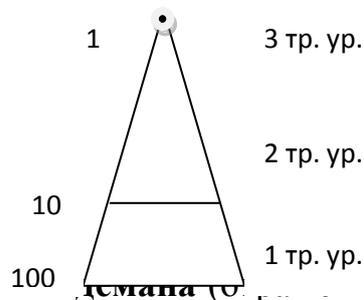
В материальном круговороте веществ принимают участие 3 группы организмов:

1. автотрофы (зеленые растения) – 1 тр. ур.

2. гетеротрофы (животные, человек) – 2 тр. ур.

3. редуценты (микроорганизмы) - 3 тр.ур.

Распределение энергии в биосфере можно представить в виде пирамиды:



Закон Линдемана (или пирамидой) заключается в том, что на каждый трофический уровень энергия теряется на тепловое излучение, движение, разложение.

Закон, открытый Линдеманою (1942), согласно которому только часть (10%) энергии, поступившей на определенный трофический уровень биоценоза, передается организмам, находящимся на более высоких трофических уровнях.

Трофические уровни пирамиды чисел, масс, энергии.

Трофический уровень - это совокупность организмов, занимающих определённое место в пищевой сети.

Трофическая цепь – это цепь последовательной передачи вещества и эквивалентной ему энергии от одних организмов до других.

Трофическая сеть – это совокупность трофических цепей, связанных между собой отдельными звеньями, создающих сложную структуру.

Экологические системы, в которых соотношение продуцируемой биомассы «Р» к расходам на дыхание, движение, теплоотдачу «R» больше единицы ($P/R > 1$) называются системами с автотрофной сукцессией.

Экологические системы, для которых $P/R < 1$ называются системами с гетеротрофной сукцессией. Если $P/R = 1$, то такие системы называются стабильными.

Пирамида биомассы - показывает соотношение биомасс различных организмов на трофических уровнях.

Пирамида энергии - показывает поток энергии через экосистему.

Основные свойства экосистем. Экологические сукцессии. Устойчивость экосистем.

Экологическая система обладает свойством круговорота веществ, наличием цикла развития и способности развиваться. Цикличность по уровням:

- 1) суточная;
- 2) сезонная;
- 3) многолетняя.

Для ЭС характерно 3 признака:

- 1) совокупность живых и неживых организмов (биота+абиота)
- 2) в рамках ЭС осуществляется полный круговорот веществ
- 3) любая природная ЭС сохраняет свою устойчивость.

Сукцессия - это последовательная смена биоценозов, преемственно возникающая по одной и той же природе под влиянием природных факторов или воздействия человека. Сукцессии бывают: *первичная* (экосистема возникает на безжизненном месте), *вторичная* (сообщество развивается на месте уже существующего). Ряд экосукцессии - озеро-болото-луг-лес. **Устойчивость экосистемы** - способность экосистемы и ее отдельных частей противостоять колебаниям внешних факторов и сохранять свою структуру и функциональные особенности. Принцип Ле Шателье: *если на ЭС действуют внешние силы, то в экосистеме возникают внутренние противодействующие силы.*

Типы экосистем (естественные, искусственные, охраняемые).

По продуктивности:

1) Автотрофные – преобладают продуценты – живые организмы, которые способны синтезировать органическое вещество из неорганических составляющих с использованием внешних источников энергии. Эти экосистемы сами снабжают себя органическим веществом.

2) Гетеротрофные – продуцентов нет или их роль незначительна. Гетеротрофы – потребители, используют вещества, накопленные продуцентами.

По происхождению:

- 1) природные экосистемы (лес, луг, степь и т.д.)
- 2) искусственные экосистемы (агроэкосистема, город, квартира и т.д.).

Моделирование экосистемы

Под моделированием понимается изучение экологических процессов с помощью лабораторных, натуральных или математических моделей. Модели биосистем многочисленны и классификация их почти невозможна.

Модель – это имитация того или иного явления реального мира, позволяющая делать прогнозы.

Модель может быть вербальной (словесной или графической), т. е. неформализованной. Если необходимы достаточно надежные количественные прогнозы, то модель должна быть формализованной, строго

математической. Модели, созданные на ЭВМ, позволяют получать на выходе искомые характеристики при изменении, добавлении или исключении каких-либо параметров модели. Применение математики для отслеживания природных явлений используется для обработки экспериментов и описания работы биосистем становится. При этом необходимо доказать адекватность математического вида биосистемы реальному объекту.

Этапы в развития моделирования экосистем следующие:

- 1) переход от эксперимента к адекватной математической модели;
- 2) построение математических моделей с различной глубиной содержания;
- 3) переход от одних моделей к другим;
- 4) систематизация математических моделей биосистем различного уровня иерархии.

Но, несмотря на необходимость критического взгляда на математическое моделирование явлений природы обойтись только описательными методами уже невозможно. Стратегия моделирования заключается в попытке путем упрощения получить модель, свойства и поведение которой можно легко изучать. В то же время модель должна иметь достаточное сходство с оригиналом, чтобы результаты ее изучения были применимы к оригиналу. Переход от модели к оригиналу называется **интерпретацией модели**. Обычно оригинал представляет собой многокомпонентную систему, где взаимодействия между популяциями столь сложны, что не поддаются достаточно удовлетворительному анализу. В то же время законы функционирования некоторой модели могут быть найдены тем или иным путем. Учитывая это, исследования системы можно заменить исследованиями модели, а затем интерпретировать результаты применительно к оригиналу.

Город как специфическая экосистема.

Город представляет собой своеобразную экологическую систему, которая подразделяется на **природную** и **антропогенную** подсистемы. По Н.Ф. Реймерсу (1990), *«неустойчивая природно-антропогенная система, состоящая из архитектурно-строительных объектов и резко нарушенных естественных экосистем»*, называется **урбоэкосистемой**.

В пределах городских территорий техногенная нагрузка на природные экосистемы от различного вида строительства наиболее интенсивна. Здесь на сравнительно ограниченной территории сконцентрированы промышленные, гражданские и другие комплексы, одновременно действуют все виды антропогенного воздействия: механические, физические, химические, биологические и др. Площадь и степень техногенного поражения природных экосистем на территории городов максимальна.

По В.В. Владимирову (1999), **урбоэкосистема полиморфна**, так как она сочетает природные (гидросфера, атмосфера и др.) и антропогенные (здания, элементы инфраструктуры и т.д.) подсистемы. **Город** — зависимая экосистема, так как она «не может прокормить свое население» и полностью

зависит от окружения. **Город** — аккумулирующая экосистема — образование мощного «культурного» слоя, насыпные грунты и др. Поскольку развитие города определяется не законами природы, а созидательной и разрушительной деятельностью человека, нарушающей экологический баланс, город следует относить к *неравновесным экосистемам*.

Вследствие этих особенностей на территории города биомасса урбоэкосистемы обычно несбалансирована, пищевые цепи нарушены, продуктивность ничтожна. Упрощенность состава урбоэкосистемы не обеспечивает ее высокой устойчивости к внешним воздействиям и требует постоянного экологического контроля и выполнения экологических требований.

Тема 5. Атмосфера и ее значение в биосфере

Эволюция и строение атмосферы Земли, ее газовый состав. Озоновый экран. Естественные и искусственные источники поступления эмиссий в атмосферный воздух. Последствия загрязнения атмосферы. Международная деятельность по стандартизации и охране атмосферы.

Эволюция, строение и функции атмосферы

Атмосфера – это газовая оболочка Земли, состоящая из нескольких слоёв, между которыми находятся переходные слои – паузы.

Атмосфера состоит: воздуха (N_2 -78%, O_2 -21%, др. Газы-1%), воды, примесей.

Наиболее плотная – нижняя часть атмосферы – **тропосфера**. Она содержит 80% всего воздуха. Протяжённость тропосферы - 7-10 километров на полюсах и 16-18 километров по экватору. Температурный интервал тропосферы – от $+40^{\circ}C$ до $-50^{\circ}C$.

За тропосферой следует стратосфера, а между ними – **тропопауза**. Протяжённость **стратосферы** примерно 40 километров. До высоты 30 километров температура стратосферы примерно $-50^{\circ}C$, а затем начинает расти и на высоте 50 километров составляет $+10^{\circ}C$. Это связано с наличием в стратосфере озонового слоя, расположенного на высоте 25-40 километров.

За стратосферой следует **стратопауза**, а далее – **мезосфера**. Т.к. озона в мезосфере существенно меньше, то и ниже температура. На высоте 80 километров температура примерно равна $-70^{\circ}C$.

За мезосферой следует **мезопауза**, а потом – **термосфера** или **ионосфера**. Для неё характерно существенное повышение температуры с высотой. На высоте 600 километров температура равна $+1500^{\circ}C$, однако тела в ионосфере нагреваются примерно до $+200^{\circ}C$.

После ионосферы следует **ионопауза**, а за ионопаузой – **экзосфера**. Её высота – более 800 километров от Земли.

До высоты 100 километров состав воздуха практически не меняется. Выше – газы переходят в атомарное состояние. Выше 600 километров в атмосфере преобладает гелий, а выше 2000 километров – водород.

Функции атмосферы:

1. Кислород для дыхания всех животных организмов.
2. Климатообразующая.
3. Защитная (она защищает землю от космического ультрафиолета, от попадания метеоритов).
4. Атмосфера является важным природным ресурсом.

Экологические проблемы озона

Проблема озона имеет 2 аспекта:

1. Разрушение стратосферного озона.
2. Накапливание озона в резервном слое.

Озоновый слой расположен в стратосфере на высоте от 12 до 50 км (наибольшая плотность на высоте около 23 км). И, несмотря на то, что концентрация озона в атмосфере меньше 0.0001%, озоновый слой полностью поглощает губительное для всего живого коротковолновое ультрафиолетовое излучение. Долгое время озоновый слой стремительно истощался из-за деятельности человека. Вот основные причины его истончения:

1) Во время запуска космических ракет в озоновом слое буквально «выжигаются» дыры. И вопреки старому мнению о том, что они сразу же затягиваются, эти дыры существуют довольно долгое время.

2) Самолеты летающие на высотах в 12-16 км, также приносят вред озоновому слою, тогда как летающие ниже 12 км. напротив способствуют образованию озона.

3) Выброс в атмосферу фреонов.

Разрушение озонового слоя фреонами.

Самой главной причиной разрушения озонового слоя является хлор и его водородные соединения. Огромное количество хлора попадает в атмосферу, в первую очередь от разложения фреонов. Фреоны – это газы, не вступающие у поверхности планеты ни в какие хим. реакции. Фреоны закипают и быстро увеличивают свой объем при комнатной температуре, и потому являются хорошими распылителями. Из-за этой особенности фреоны долгое время использовались в изготовлении аэрозолей. И так-как, расширяясь, фреоны охлаждаются, они и сейчас очень широко используются в холодильной промышленности. Когда фреоны поднимаются в верхние слои атмосферы, от них под действием ультрафиолетового излучения отщепляется атом хлора, который начинает одну за другой превращать молекулы озона в кислород. Хлор может находиться в атмосфере до 120 лет, и за это время способен разрушить до 100 тысяч молекул озона. В 80-ых годах мировое сообщество начало принимать меры по сокращению производства фреонов. В сентябре 1987 года 23 ведущими странами мира была подписана конвенция, согласно которой, страны к 1999 году должны были снизить потребление фреонов в два раза. Уже найден практически не уступающий заменитель фреонов в аэрозолях – пропан-бутановая смесь. Она почти не уступает фреонам по параметрам, единственным ее минусом является то, что она огнеопасна. Такие аэрозоли уже достаточно широко используются. Для холодильных установок дела обстоят несколько хуже. Лучшим заменителем

фреонов сейчас является аммиак, однако он очень токсичен и все же значительно хуже их по физ. параметрам. Сейчас достигнуты неплохие результаты по поиску новых заменителей, но пока проблема окончательно не решена.

Благодаря совместным усилиям мирового сообщества, за последние десятилетия производство фреонов сократилось более чем в два раза, но их использование все еще продолжается и по оценкам ученых, до стабилизации озонового слоя должно пройти еще как минимум 50 лет.

Естественные и искусственные источники поступления эмиссий в атмосферный воздух

Атмосферный воздух — один из важнейших компонентов среды обитания. Главными источниками загрязнения атмосферы являются тепловые электростанции и теплоцентрали, сжигающие органическое топливо; автотранспорт; черная и цветная металлургия; машиностроение; химическое производство; добыча и переработка минерального сырья; открытые источники (добычи сельскохозяйственного производства, строительства).

В современных условиях в атмосферу попадает более 400 млн. т частиц золы, сажи, пыли и разного рода отходов и строительных материалов. Кроме приведенных выше веществ в атмосферу выбрасываются и другие, более токсичные вещества: пары минеральных кислот (серной, хромовой и др.), органические растворители и т. п. В настоящее время насчитывается более 500 вредных веществ, загрязняющих атмосферу.

Многие отрасли энергетики и промышленности образуют не только максимальное количество вредных выбросов, но и создают экологически неблагоприятные условия для проживания жителей как крупных, так и среднего размера городов. Выбросы токсичных веществ приводят, как правило, к повышению текущих концентраций веществ над предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест — это максимальные концентрации, отнесенные к определенному периоду осреднения (30 минут, 24 часа, 1 месяц, 1 год) и не оказывающие при регламентированной вероятности их появления ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и последующих поколений, не снижающие работоспособности человека и не ухудшающие его самочувствия.

Основными загрязняющими последствиями атмосферы являются:

- *Парниковый эффект.*
- *Кислотные дожди.*
- *Озоновая дыра в атмосфере.*
- *Смог.*

Глобальное потепление — возможность повышения температуры земли вследствие парникового эффекта.

Основные парниковые газы: фреоны, CO₂, NO, пары воды, метан.

Последствия глобального потепления:

1. таяние ледников на полюсах;
2. поднятие уровня мирового океана;
3. непредсказуемость климатических и погодных явлений;
4. снижения уровня грунтовых вод, опустынивание;
5. снижение биологического разнообразия.

Оценки, полученные по климатическим моделям, на которые ссылается МГЭИК, говорят, что в XXI веке средняя температура поверхности Земли может повыситься на величину от 1,1 до 6,4 °С. В отдельных регионах температура может немного понизиться.

Рамочная конвенция ООН об изменении климата, РКИК (Framework Convention on Climate Change, UN FCCC) — соглашение, подписанное более чем 180 странами мира, включая все страны бывшего СССР и все промышленно развитые страны, об общих принципах действия стран по проблеме изменения климата. Конвенция была торжественно принята на «Саммите Земли» в Рио-де-Жанейро в 1992 году[1] и вступила в силу 21 марта 1994 года (Россия ратифицировала РКИК в 1994).

Кислотный дождь — все виды метеорологических осадков — дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при котором наблюдается понижение pH дождевых осадков из-за загрязнений воздуха кислотными оксидами (обычно — оксидами серы, оксидами азота).

Даже нормальная дождевая вода имеет слабокислую реакцию из-за наличия в воздухе диоксида углерода. А кислотный дождь образуется в результате реакции между водой и такими загрязняющими веществами, как оксид серы и различными оксидами азота. Эти вещества выбрасываются в атмосферу автомобильным транспортом, в результате деятельности металлургических предприятий, тепловых электростанций. Соединения серы, сульфид, самородная сера и другие содержатся: в углях и в руде (особенно много сульфидов в бурых углях, при сжигании или обжиге которых образуются летучие соединения — оксид серы IV (сернистый ангидрид), оксид серы VI (серный ангидрид), сероводород — (образуется в малых количествах при недостаточном обжиге или неполном сгорании, при низкой температуре). Различные соединения азота содержатся в углях, и особенно в торфе (так как азот, как и сера, входит в состав биологических структур, из которых образовались эти полезные ископаемые).

Последствия выпадения кислотных осадков:

1. Закисление водных объектов, гибель водных обитателей.
2. Усыхание леса
3. Загрязнение почв, высвобождение токсичных ионов свинца
4. Разрушение зданий, строений, коррозия металлов

Озоновая дыра — локальное падение концентрации озона в озоновом слое Земли. По общепринятой в научной среде теории, во второй половине XX века всё возрастающее воздействие антропогенного фактора в виде выделения хлор- и бромсодержащих фреонов привело к значительному

уточнению озонового слоя. Ослабление озонового слоя усиливает поток солнечной радиации на Землю и вызывает у людей рост числа раковых образований кожи. Также от повышенного уровня излучения страдают растения и животные.

Хотя человечеством были приняты меры по ограничению выбросов хлор- и бромсодержащих фреонов путём перехода на другие вещества, например фторсодержащие фреоны, процесс восстановления озонового слоя займёт несколько десятилетий. Прежде всего, это обусловлено огромным объёмом уже накопленных в атмосфере фреонов, которые имеют время жизни десятки и даже сотни лет. Поэтому затягивание озоновой дыры не стоит ожидать ранее 2048 года.

Смог — аэрозоль, состоящий из дыма, тумана и пыли, один из видов загрязнения воздуха в крупных городах и промышленных центрах.

Первоначально под смогом подразумевался дым, образованный сжиганием большого количества угля (смешение дыма и диоксида серы SO₂). В 1950-х гг. был впервые описан новый тип смога — фотохимический, который является результатом смешения в воздухе следующих загрязняющих веществ:

- оксиды азота, например, диоксид азота (продукты горения ископаемого топлива);
- тропосферный (приземный) озон;
- летучие органические вещества (пары бензина, красок, растворителей, пестицидов и других химикатов);
- перекиси нитратов.

Все перечисленные химикаты обычно обладают высокой химической активностью и легко окисляются, поэтому фотохимический смог считается одной из основных проблем современной цивилизации.

Смог также образуется при извержениях вулканов, когда в воздухе достигается высокая концентрация сернистого газа. Такой вулканический смог называется англ. vog.

Горящие леса в Индонезии создают дымку, похожую на смог, распространяющуюся на территорию Малайзии, Филиппин, Сингапура и Таиланда.

Охрана атмосферного воздуха — наиболее значимый экологический аспект производственной деятельности Общества.

Приоритетной задачей для СООС Общества является создание корпоративной системы контроля, инвентаризации и учета выбросов загрязняющих веществ (ЗВ).

Валовой выброс ЗВ составляет 1,12 т/год (1,87 г/с), из них газообразные составляют 85%.

В Обществе разработан проект нормативов предельно допустимых выбросов ЗВ в атмосферный воздух (ПДВ), на основании которого было получено разрешение на выброс. Ввиду того что уровень загрязнения атмосферы не превышает 0,1 установленных значений предельно

допустимых концентраций (ПДК), выбросы Общества могут быть квалифицированы как ПДВ по всем веществам.

Общество реализует программы технического перевооружения и модернизации производства, программы по энергосбережению, а также внедряет лучшие существующие практики и технологии в области ресурсосбережения и охраны окружающей среды. Все это помогает сократить вредное воздействие на атмосферный воздух.

Тема 6. Гидросфера в составе биосферы

Запасы воды в различных частях биосферы. Водные экосистемы. Водные ресурсы Республики Беларусь. Роль воды в биосфере. Источники загрязнения гидросферы. Строительство и эксплуатация транспортных коммуникаций, как источник изменений в гидросфере (загрязнение, изменение уровня грунтовых вод и т.д.). Геотехнические аспекты предотвращения загрязнения гидросферы. Международная деятельность по охране водных ресурсов.

Роль воды в биосфере. Запасы воды на планете

Общее количество воды на Земле составляет 1386 млн. км³. Общая площадь океанов и морей в 2,5 раза превышает территорию суши.

Из общего количества воды на Земле доля пресных вод составляет 2,5%, или 35 млн. км³. Это более 8 млн. м³ пресной воды на каждого жителя планеты. Однако подавляющая часть пресной воды труднодоступна. Почт 70% пресных вод заключено в ледниковых покровах полярных стран и горных ледниках.

Роль воды:

1. Вода входит в состав живых организмов и участвует во всех биологических процессах.
2. Формирование земной поверхности.
3. Формирование климата и погоды на земле.
4. Вода-среда обитания.
5. Важное промышленное сырье.
6. Важный фактор жизнеобеспечения народов и деятельности сельских хозяйств.

Водные экосистемы

Тип и количество организмов в водных экосистемах определяются соленостью, глубиной проникновения солнечных лучей, концентрацией растворенного кислорода, доступностью биогенов и температурой. Интенсивность потока солнечного света, необходимого для фотосинтеза, зависит от глубины водоема, следовательно, обилие растительных организмов так же меняется с глубиной. В отличие от наземных экосистем в водных экосистемах организмы, нуждающиеся в кислороде, обитают преимущественно вблизи поверхности воды.

Наибольшей продуктивностью отличаются прибрежные водные экосистемы в связи с поступлением помимо потока биогенов из донных

отложений также дополнительного потока, приходящего со стоком с суши. В глубоководных районах продуктивность растительных организмов ограничена недостатком биогенов, концентрирующихся на дне.

Биоценоз водной экосистемы. Водные экологические системы имеют ряд принципиальных отличий от наземных, наиболее значимые из них следующие:

1. *Продуценты наземных экосистем* — растения неразрывно связаны корневой системой с биогенным фондом, формирующимся в результате жизнедеятельности растений. Продуценты водных экосистем — водоросли разобщены с основным биогенным фондом, формирующимся около дна океана, озера, водохранилища или пруда. В освещенном слое, составляющем при самой высокой прозрачности нескольких десятков метров, недостаточно биогенных солей и, прежде всего фосфатов, что служит лимитирующим фактором развития живых организмов;

2. *В наземных экосистемах растения* — важнейший компонент питания многих животных, в результате чего распространение последних связано с растительными сообществами. В морской среде животные (консументы) и поля фитопланктона (продуценты) разобщены. В большинстве водных биоценозов нет прямого контакта животных с живой растительностью, сосредоточенной в тонком приповерхностном слое. Масса животных живет ниже массы растений, используя продукты деструкции растительных организмов. Таким образом, в жизни водных биоценозов важнейшую роль играет группа редуцентов, которые, минерализуют эти останки, делают их доступными для автотрофных растений. С глубиной количество пищи уменьшается.

По характеру вертикального распределения в грунте среди животных бентоса выделяют эпифауну — организмы, прикрепленные к грунту или передвигающиеся по нему, и инфауну — организмы, живущие в толще грунта. Животные бентоса (дна) живут на глубинах до нескольких тысяч метров. Многие виды, живущие на глубинах до 250 м, представляют собой большую хозяйственную ценность для человека; это мидии, устрицы, лангусты, омары.

Гидроресурсы Беларуси.

В настоящее время в Беларуси функционируют Чигиринская и Осиповичская ГЭС. Строительство новых крупных ГЭС технически целесообразно и экономически оправдано на водохранилищах (объемом более 1 млн.м³), где имеется возможность использования готового напорного фронта и существующих гидротехнических сооружений. Как показал анализ, общая установленная мощность таких ГЭС на 17 крупных водохранилищах республики неэнергетического назначения составит около 6 МВт, что обеспечит выработку электроэнергии порядка 21 млн. кВт ч в год.

Источники загрязнения гидросферы.

1. Атмосферные воды, промывающие из воздуха естественные и искусственные загрязнения.

2. Промышленные сточные воды.

3. Бытовые сточные воды.

Ежегодно в мире образуются около 1 триллиона м³ сточных вод. Из них примерно 20% сбрасываются без очистки.

При технологических процессах образуются следующие виды сточных вод:

1. Реакционные воды - образуются в процессе реакции с выделением воды. Загрязнены как исходными продуктами, так промежуточными и конечными.

2. Воды, содержащиеся в сырье и исходных материалах в исходном и связанном виде. Загрязнены аналогично реакционным водам.

3. Промывочные воды – образуются после мытья оборудования, сырья, тары. Загрязнены исходными и конечными продуктами.

4. Водные абсорбенты и экстрагенты.

5. Охлаждающие воды в основном не соприкасаются с технологическими продуктами и могут использоваться в системах оборотного водоснабжения.

6. Бытовые воды.

7. Атмосферные осадки, стекающие с промышленных площадок – особенно агрессивны, т.к. загрязнены выбросами предприятий.

Загрязнение гидросферы существенно опаснее, чем загрязнение атмосферы по следующим причинам:

1. Процессы регенерации или самоочищения происходят в водной среде существенно медленнее, чем в атмосфере.

2. Источники загрязнения водоёмов более разнообразны.

3. Естественные процессы, протекающие в водной среде, более чувствительны к загрязнению. Сами по себе имеют большее значение для жизни на Земле, чем процессы, протекающие в атмосфере.

Международная деятельность по охране водных ресурсов

В целях охраны водных ресурсов в РБ имеется несколько блоков: правовая система, т.е. комплекс законодательных актов, обеспечивающих управление водопользованием и охрану водных ресурсов. В 1998 г. разработана и введена в действие национальная система мониторинга окружающей среды. В оценке качества воды занимает рыбнадзор. За нарушение предприятием показателей загрязнения сточных вод накладываются штрафы.

Гидротехнические сооружения. В понятие «гидротехнические сооружения» входят: плотины, здания гидроэлектростанций, водосборные, водоспускные и водовыпускные сооружения, тоннели, каналы, насосные станции, судоходные шлюзы, судоподъёмники, сооружения, предназначенные для защиты от наводнений и разрушения берегов водохранилищ, берегов и дна рек, дамбы, ограждающие хранилища жидких

отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций, а также другие устройства и сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов и предотвращения вредного воздействия вод и жидких отходов.

Износ и старение основных фондов водного хозяйства, ликвидация ряда органов управления, отсутствие должного надзора за безопасной эксплуатацией делают всё более реальным прорыв плотин водохранилищ и накопителей стоков, что может привести к катастрофическим последствиям, угрожает естественной основе жизни человека. Экологическая угроза от гидроузлов проявляется через:

- изменение температурного и ледового режима рек, что не может не влиять на живую природу;
- подтопление сотен миллионов гектаров из-за нарушения правил землепользования и разрушения подземных коммуникаций, подтопление зданий и других инженерных объектов (на искусственное водопонижение потребуются огромные средства);
- эрозию берегов водохранилищ и, следовательно, сокращение земельных угодий;
- ухудшение условий природопользования в нижних берегах водоузлов, сокращение рыбного и других видов хозяйства;
- ухудшение качества природных вод в водохранилищах и дополнительные затраты на водоочистку в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- гибель флоры и фауны от залповых (аварийных и скрытых) сбросов промотходов из накопителей;
- продолжающееся по всей стране строительство малых гидротехнических сооружений (дамб, запруд, дорожных насыпей, надводных и подводных переходов и других) без достаточного инженерного обоснования.

Государственный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» регулирует отношения, возникающие при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности при проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, восстановлении, консервации и ликвидации гидротехнических сооружений; устанавливает обязанности органов государственной власти, собственников гидротехнических сооружений, и эксплуатирующих организаций по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений.

Безопасность гидротехнических сооружений – это свойства гидротехнических сооружений, позволяющие обеспечивать защиту жизни, здоровья, и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов. Безопасность обеспечивается на основании следующих общих требований:

- соблюдение допустимого уровня риска аварий гидротехнических сооружений;

- составление декларации безопасности – документа, в котором определяются меры по обеспечению безопасности с учётом класса гидротехнического сооружения;
- разрешительный порядок осуществления проектирования, строительства и эксплуатации;
- непрерывность эксплуатации;
- становление критериев безопасности, оснащение техническими средствами контроля за состоянием гидротехнических сооружений, достаточная квалификация обслуживающего персонала;
- своевременное проведение комплекса мероприятий, максимально уменьшающих риск возникновения чрезвычайных ситуаций;
- ответственность за действия (бездействие), в результате которых безопасность гидротехнических сооружений опускается ниже допустимого уровня.

Надзор и контроль в этой области народного хозяйства возложен на органы государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений. Для контроля отдельных объектов могут формироваться инспекционные комиссии.

Тема 7. Литосфера и ее экологические функции

1) Ресурсная функция:

подземные воды, минерально-сырьевые ресурсы, почва, геологическое пространство. Земельный фонд планеты. Уровень и эффективность использования с/х земель, факторы потерь плодородия. Природные ресурсы РБ и их использование.

2) Геодинамическая функция:

геологические, природные и техногенные процессы, в т.ч. возникшие при строительстве транспортных коммуникаций (оползни, сели, лавины, обвалы, провалы, дефляция, заболачивание, термокарст, эрозия, суффозия...); геодинамические зоны (глубинная трещиноватость, напряженно-деформированное состояние вмещающей среды); геодинамические аномалии (тектонические зоны)

3) Геохимическая функция литосферы как система знаний о геохимических неоднородностях:

литохимических (загрязнение химическими агентами горных пород, почв, донных осадков, грунтов); гидрохимических (загрязнение подземных вод); атмосферических (образование газов в хранилищах бытовых отходов, свалок, полигонов, газовые образования в горных выработках, геохимические ореолы радона); снеохимических – зоны снегового покрова (загрязнение снега выбросами автотранспорта); биохимических - зоны биоты.

Ресурсная функция литосферы

Ресурсная функция литосферы определяет значение минерального, органического и органоминерального сырья литосферы, составляющего

основу для жизни и деятельности биоты как в качестве биогеоценоза, так и антропогенеза. Она включает следующие аспекты:

1. *ресурсы, необходимые для жизни и деятельности биоты;*
2. *ресурсы, необходимые для жизни и деятельности человеческого общества;*
3. *ресурсы как геологическое пространство, необходимое для расселения и существования биоты, в том числе человеческого общества.*

Первые два аспекта связаны с минерально-сырьевыми ресурсами, а последний — с экологической емкостью геологического пространства, в пределах которого происходит жизнедеятельность организмов.

Минерально-сырьевые ресурсы относятся к категории исчерпаемых, и все они, за исключением подземных вод, являются невозобновляемыми. На протяжении всей своей истории человеческое общество в разных объемах использовало минеральные ресурсы, причем объем добываемого сырья непрерывно возрастал. Одновременно увеличивалось число извлекаемых химических элементов и соединений: если в XVIII в. — 18 химических элементов и соединений, в XIX в. — 35, в 1917 г. — 64, в 1975 г. — 87, то в 90-е годы XX в. — 106 элементов Периодической системы Д. И. Менделеева. В настоящее время ежегодно из недр добывается около 100 млрд. т. минерального сырья. Возникает угроза истощения месторождений полезных ископаемых. По прогнозам некоторых специалистов, запасы многих видов минерального сырья иссякнут к середине XXI в., а свинца и цинка хватит только на первые десятилетия третьего тысячелетия.

В литосфере заключены горные породы, которые содержат в себе биофильные элементы, т.е. химические элементы, растворимые в водной среде и в то же время жизненно необходимые организмам. Они еще называются биогенными элементами. Литосфера, кроме того, являетсяместищем подземных вод, а также содержит вещества, употребляемые в пищу определенными животными — литофагами.

Жизнедеятельность биоты обеспечивают существующие в природе, в том числе и происходящие в литосфере, **биогеохимические циклы**. Согласно Г. А. Богдановскому (1994), это более или менее замкнутые пути циркуляции химических элементов, входящих в состав клеточной протоплазмы, из внешней среды в организм и уходящих вновь во внешнюю среду. Выделяют два типа биогеохимических цикла:

- круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере и океане;

- осадочный цикл с резервным фондом в земной коре.

Развитие человеческого общества невозможно без использования минеральных ресурсов. Благодаря им человечество обеспечивает свои потребности в энергии, удобрениях, жилье, транспорте, связи. Сегодня к этой категории добавились средства получения, передачи, обработки и анализа

информации. Ежегодно из недр извлекается порядка 17—18 млрд. т. горной массы.

К числу полезных ископаемых относятся и **подземные воды**. Они используются в качестве хозяйственно-питьевого водоснабжения (10,34 км³/год), для технического водоснабжения (2,66 км³/год), орошения земель и обводнения пастбищ (0,51 км³/год), в лечебных целях, в качестве геотермальных источников, для добычи ряда ценных компонентов (йод, бром, бор, литий, стронций, поваренная и калийная соль).

Большую роль литосфера играет в качестве **геологического пространства**, необходимого для расселения и существования биоты, в том числе и человека. С одной стороны, приповерхностные участки литосферы являются местом обитания биоты (обитатели пещер, норные и землеройные животные, микроорганизмы), а с другой, ее подземные пространства используются на урбанизированных территориях: для строительства подземных коммуникаций, транспортных магистралей, расположенных на подземном уровне объектов, а также как вместилища для захоронения высокотоксичных и радиоактивных отходов. Однако продолжающееся строительство подземных инженерных объектов нередко приводит к обострению экологических проблем. Объекты геологической среды, используемые для этих целей, весьма ограничены и в большинстве регионов довольно быстро становятся источниками острых экологических кризисных ситуаций.

Долгое время существовало представление о том, что территории континентов неисчерпаемы для расселения и жизнеобеспечения биоты, в том числе человека. Однако в эпоху техногенеза земная поверхность и геологическая среда стали важным природным и экологическим ресурсом. Сегодня человечество освоено около 55% поверхности суши, причем существует тенденция нарастания этого процесса. В настоящее время человечество сталкивается с тем, что дальнейшее размещение урбанизированных территорий сопряжено как с преодолением природных трудностей, так и с большими материальными затратами.

Как отмечают в своей монографии В. Т. Трофимов с соавторами (1997), специфика земельного ресурса заключается в том, что его изучением и оценкой занимаются науки не только геологического, но и географического и почвоведческого направлений. Геологи рассматривают ресурсную сторону с позиций рационального использования геологического пространства, географы — с позиций рационального использования ландшафта, а почвоведы — с позиций рационального использования почв для сельского хозяйства. Все вместе они должны оценивать рациональность и возможность использования той или иной территории с позиций экологии.

Геодинамическая функция литосферы

Согласно В. Т. Трофимову с соавторами (1997), под *геодинамической функцией* литосферы понимается способность последней к проявлению и развитию природных и антропогенных геологических процессов и явлений, в

той или иной мере влияющих на условия жизнеобитания и жизнедеятельности биоты и особенно человеческого общества. Надо особо подчеркнуть, что данная функция осуществляется с момента возникновения биоты, а ее становление и развитие неразрывно связаны с эволюцией Земли и биосферы. Как известно, вся история Земли полна кризисных ситуаций и катастрофических явлений глобального и регионального масштабов. Наряду с катастрофическими ситуациями в истории Земли существовали эпохи относительного спокойствия, когда развитие органического мира протекало плавно в соответствии с установившимися природными (физико-географическими) условиями. На современном этапе для геоэкологического направления важно оценить геологическую роль и значимость антропогенных процессов, выявить их направленность и определить возможность перерастания в глобальные катастрофические геологические процессы.

Характерной чертой **геодинамической функции литосферы** является ее возможность проявляться в форме как негативного, так и позитивного отношения к развитию и пространственному распространению биоты. Это отношение может быть прямым и опосредованным, т. е. может проявляться через ресурсную или геофизико-геохимическую функции.

В рамках этой функции должны рассматриваться геодинамические процессы и явления, непосредственно влияющие на условия существования биоты. Исходя из степени воздействия на биоту, в том числе и на человека, все геодинамические процессы можно разделить на *две группы*. Одни процессы в силу своей масштабности и скорости проявления не способны оказывать прямого негативного влияния на живые организмы, а другие действуют на биоту в форме катастрофических явлений и стихийных бедствий и, таким образом, являются опасными природными процессами. К первым относятся, например, перемещения литосферных плит, тектонические медленные вертикальные и горизонтальные движения, такие геологические процессы, как выветривание, денудация, транспортировка осадочного материала и осадконакопление. К катастрофическим геологическим явлениям относятся те из них, которые из-за кратковременности своего проявления быстро разрушают привычную природную структуру и систему обитания биоты, нарушают условия жизни человека и приводят к жертвам.

По данным ЮНЕСКО, в настоящее время около 0,5 млрд. человек проживают в районах с высокой повторяемостью катастрофических землетрясений. Около четверти населения земного шара проживает в районах, подверженных риску стихийных природных явлений.

Все известные катастрофические и неблагоприятные природные и антропогенные явления, связанные с литосферной оболочкой, можно разделить на две крупные группы. К первой группе относятся процессы и явления, не несущие непосредственной угрозы для существования биоты, но влияющие на условия проживания человека, изменяя их. Однако в силу

высокой приспособляемости органического мира нередко их воздействия на биоту оказываются минимальными. Для человека эти природные явления меняют только условия комфортности жизни. К их числу относятся ветровая эрозия и дефляция, водная эрозия, перенос вещества и аккумуляция, суффозия, заболачивание, формирование термокарста, новообразование и деградация многолетней мерзлоты, формирование карста. Негативность воздействия катастрофических природных явлений весьма высока. К особо опасным природным явлениям относятся землетрясения, извержения вулканов взрывного характера, оползни, обвалы и камнепады, провалы и т.д.

Геофизико-геохимическая функция литосферы

Эта функция определяется как свойство геофизических и геохимических полей (неоднородностей) природного и антропогенного происхождения, способное влиять на состояние биоты и здоровье человека.

Вся земная поверхность состоит из мозаично распределенных неких усредненных значений разнообразных химических элементов и физических параметров среды. Участки с высоким содержанием химических элементов, сильно отличающимся от геохимического фона, называются участками с геохимической аномалией. Выделяются *естественные геофизические поля* — магнитное, гравитационное, геотермическое и искусственно возбужденные электрические поля постоянных токов и геофизические аномалии. Геохимические и геофизические аномалии в оболочках Земли нередко называют геопатогенными зонами, хотя трактовка данного термина до сих пор неоднозначна.

Ряд ученых рассматривает геопатогенные зоны как области аномального проявления свойств атмосферы, гидросферы, литосферы и глубинных недр планеты, негативным образом отражающихся на состоянии органического мира, в том числе и человека. В связи с этим геопатогенезом называют совокупность геолого-геофизических условий, сопутствующих развитию патогенных отклонений в живых организмах.

Существование аномалий, или геопатогенных зон, связано с тем, что в литосфере имеются вертикальные и горизонтальные неоднородности и существуют проницаемые зоны, через которые вносятся заметные искажения в состав энергетических полей и в распределение химических элементов в областях тектонических нарушений.

Геологическое пространство

Оно заключается в рассмотрении литосферы как области обитания биоты (поверхность литосферы используется норными и землеройными животными и микроорганизмами), так и инженерно-геологической деятельности человека.

Любая хозяйственная деятельность человека немыслима без осуществления строительства зданий жилого и промышленного назначения, строительства предприятий, подземных коммуникаций, транспортных магистралей, подземных выработок или открытых карьеров при добыче полезных ископаемых. Все строительные работы проводятся только после

детальных изыскательских работ, определяющих способность грунта нести соответствующую нагрузку.

Наряду с этим оценка ресурсной функции литосферы связана с размещением в геологическом пространстве захоронений высокотоксичных и радиоактивных отходов. Надо учитывать, что объемы геологического пространства, пригодные для этих целей, весьма ограничены. Все проблематичнее становится отыскивать пригодные и безопасные места для размещения отходов и промышленно-бытовых свалок.

В эпоху техногенеза земная поверхность стала важным природным и экологическим ресурсом. В настоящее время освоено немногим более 55% поверхности суши и существует тенденция дальнейшего нарастания этого процесса. И если для стран с большими земельными ресурсами проблема размещения промышленных, сельскохозяйственных и селитебных отходов еще не стала актуальной, то для небольших по площади государств с высокой плотностью населения она превратилась в важнейший фактор социального развития. Ярким примером в этом отношении стала Япония, которая вынуждена засыпать прибрежные участки морских акваторий и осуществлять строительство на насыпных грунтах. Другие страны, например Голландия, с помощью дамб защищают земельные угодья от затопления морем. Следовательно, не только земли сельскохозяйственного назначения являются ценным природным ресурсом, но и земли, предназначенные для промышленного, гражданского и транспортного строительства, имеют большую ценность.

Эрозия почв. Факторы потери плодородных почв.

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

Ветровая эрозия (дефляция) почв. Под ветровой эрозией понимают выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром. Интенсивность ветровой эрозии зависит от скорости ветра, устойчивости почвы, наличия растительного покрова, особенностей рельефа и от других факторов. Огромное влияние на ее развитие оказывают антропогенные факторы. Например, уничтожение растительности, нерегулируемый выпас скота, неправильное применение агротехнических мер резко активизируют эрозионные процессы.

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

Водная эрозия почв (земель). Под водной эрозией понимают разрушение почв под действием временных водных потоков. Различают следующие формы водной эрозии: плоскостную, струйчатую, овражную, береговую. Как и в случае ветровой эрозии, условия для проявления водной эрозии создают природные факторы, а основной причиной ее развития

является производственная и иная деятельность человека. В частности, появление новой тяжелой почвообрабатывающей техники, разрушающей структуру почвы, — одна из причин активизации водной эрозии в последние десятилетия. Другие негативные антропогенные факторы: уничтожение растительности и лесов, чрезмерный выпас скота, отвальная обработка почв и др.

Почвенные ресурсы РБ

Для территории Беларуси характерны следующие основные типы почв: дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерново-болотные, дерновые, торфяно-болотные и пойменные. По составу подстилающих пород они подразделяются на песчаные, супесчаные, суглинистые на моренах, лессах, флювиогляциальных, аллювиальных, озерных и иных отложениях.

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

По количеству сельскохозяйственных угодий на 1 жителя (0,92 га), в т.ч. пашни (0,58 га) Республика Беларусь превышает аналогичные показатели стран Европы в среднем в 1,5-2,0 раза.

Деграляция земельных ресурсов в Республике Беларусь проявляется в следующих основных формах:

- водная эрозия;
- ветровая эрозия (дефляция);
- химическое (в т.ч. радионуклидное) загрязнение земель;
- деграляция торфяных почв на осушенных болотах;
- деграляция земель в результате добычи торфа, строительных материалов, культурно-технических работ, дорожного и другого строительства;
- коренного преобразования почв при длительном их сельскохозяйственном использовании;
- отведение земель под хозяйственные и селитебные (основная часть городской территории) объекты.

Одним из существенных факторов, в большей степени способствующих деграляции почвенного покрова республики, явилось осуществление широкомасштабной мелиорации (1960—80 гг.). Общая площадь мелиорированных земель составляет 16,4% территории Беларуси.

Охрана почв и недр.

Меры по охране и восстановлению почв:

- Утилизация отходов.
- Рекультивация земель.
- Мелиорация.
- Восстановление почв после промышленных разработок.

Чтобы свести к минимуму вред, который наносит окружающей среде добычи полезных ископаемых, необходимо полнее изымать все полезное из уже добытого сырья. Это обеспечит получение большего количества нужных веществ и уменьшит отвалы ненужных.

Для восстановления земель, нарушенных карьерами и отвалами пустой породы, проводят специальные работы - **рекультивацию**. Для этого отвалы выравнивают, сверху насыпают грунт и насаждают деревья и кусты. Карьеры превращают в ставки, на берегах которых создают зоны отдыха.

Чтобы уменьшить негативное влияние земледелия на поверхность, нужно бережно вести ее возделывание. Рост оврагов останавливают насаждением растений на их склонах.

Мелиорация – совокупность организационно-хозяйственных и технических мероприятий по коренному улучшению земель с неблагоприятным водным и воздушным режимами, физико-химическими свойствами, подверженных вредному механическому действию ветра или воды.

Одним из главных направлений защиты недр является их рациональное использование. **Рациональное использование недр** – комплекс правовых, организационных, технических, природоохранных и иных мероприятий, обеспечивающих наиболее полное извлечение полезных ископаемых и эффективное использование иных ресурсов недр, а также охрану иных компонентов природной среды и природных объектов при пользовании недрами.

Флора и фауна – основные биологические ресурсы земли.

Флора (в ботанике, лат. flora) — исторически сложившаяся совокупность видов растений, распространённых на определённой территории в настоящее время или в прошедшие геологические эпохи. Комнатные растения, растения в оранжереях и т. п. не входят в состав флоры. Название термина произошло от имени римской богини цветов и весеннего цветения Флоры.

Совокупности растительных таксонов, охватывающих специализированные группы растений, имеют соответствующие специализированные названия:

- Альгофлора — флора водорослей.
- Бриофлора — флора мхов.
- Дендрофлора, или арборифлора — флора древесных растений.
- Лихенофлора — флора лишайников.
- Микофлора — флора грибов.
- Миксофлора — флора миксомицетов (слизевиков)

Фауна — исторически сложившаяся совокупность видов животных, обитающих в данной области и входящих во все её биогеоценозы. Домашние животные, животные в зоопарках и т. п. не входят в состав фауны. В понятие

фауны вкладывается как систематическое, так и географическое содержание, поэтому принцип ограничения должен быть географическим (фауна острова Куба, фауна Зимбабве, фауна Евразии и т. д.) и систематическим (фауна птиц [орнитофауна], фауна насекомых [энтомофауна], **фауна рыб** [ихтиофауна] и т. д.). Последнее обстоятельство связано с тем, что на практикеневозможно получить полный список видов данной территории по причине как огромного их разнообразия, так и недостатка специалистов-систематиков.

Существенным признаком любой фауны является экологическая природа составляющих её видов. Например, для фауны тропических территорий характерно большое количество видов, приспособленных к обитанию на деревьях (пауки) и связанных с ними трофическими отношениями; для фауны степных территорий характерно преобладание бегающих и **роющих животных**, впадающих в спячку, животных, питающихся жёсткой травой и злаками и пр.

Одним из основных показателей фауны является доля эндемиков. Она показывает степень изолированности и возраст фауны.

Роль растений в биосфере.

Растительные ресурсы планеты и Беларуси.

Особая роль растений в жизни нашей планеты состоит в том, что без них было бы невозможно существование животных и человека. Только содержащие хлорофилл зеленые растения способны аккумулировать энергию Солнца, создавая органические вещества из неорганических; при этом растения извлекают из атмосферы диоксид углерода (углекислый газ) и выделяют кислород, поддерживая ее постоянный состав. Будучи первичными продуцентами органических соединений, растения являются определяющим звеном в сложных цепях питания большинства гетеротрофов, населяющих Землю.

Благодаря фотосинтезу и непрерывно действующим круговоротам биогенных элементов создается устойчивость всей биосферы Земли и обеспечивается ее нормальное функционирование.

Среди растительных ресурсов особое место занимает лесная растительность.

Роль животных в биосфере животный мир планеты и РБ

Значение животных:

1. Экологическое:
 - средозащитная функция (сохранение экологического равновесия);
 - участие в процессах биологического круговорота веществ;
 - содействие опылению, распространению растений.
2. Экономическое:
 - источник продуктов питания;
 - источник технического сырья (меж, кожа, кости);
 - источник лекарственного сырья;
 - племенной материал для селекции;
 - рекреационная.

Описано около 2 млн. видов животных и 1 млн. вид насекомых. Потенциально имеется около 3-4млн.

Животные описываются по бинарной классификационной схеме. В РБ около 400 видов позвоночных, и около 3000 видов беспозвоночных. Имеет место введение новых видов: енот-полоскун, белый амур, толстолобик, ондатра, американская норка.

Виды животных в РБ делятся на категории по их значимости для человека:

1. Охотничьи (олень, лось, кабан, косули, рябчики, белки);
2. Промысловые (улитки, раки, креветки, коровы и т.д.).

К категории вредных животных в РБ относятся: волк, лиса, енотовидная собака, бродячие одинокие кошки и собаки.

Охрана флоры и фауны в Беларуси. Красная книга.

Среди многих аспектов этой важной проблемы следует отметить эстетический – человек как носитель разума не имеет морального права на полное уничтожение тех или иных видов живых существ, возникших на земле в результате длительных эволюционных процессов; экологический – каждый живой организм является элементом сложноорганизованных экологических систем, связанных множеством функциональных связей (в том числе и трофическими) с другими элементами, в связи с чем, уничтожение популяций какого-либо организма в экосистеме приводит к существенным, в ряде случаев нежелательным и необратимым последствиям; прагматический – каждый биологический вид является реальным или потенциальным источником реальных ресурсов, носителями видоспецифического фонда генофонда, в котором зафиксированы полезные свойства организма; биологический (научный) – каждый вид – это определенный этап поступательного развития биоты (мира живых существ), индикатор сложных процессов развития биосферы, а так же ее под влиянием различных антропогенных воздействий; эстетический – многие декоративные виды служат источником удовлетворения культурных (эстетических) и духовных потребностей человека.

На основе материалов многолетних исследований ученых республики с целью охраны редких и исчезающих видов животных и растений в 1979 года основана Красная книга Республики Беларусь, в которую включено 79 видов насекомых.

Все виды для обеспечения дифференцированного подхода при назначении необходимых охранных мер поделены на 5 категорий.

1 категория. Виды, которые находятся под угрозой исчезновения, спасение которых невозможно без осуществления специальных мер.

2 категория. Виды, количество которых еще относительно высокое, но уменьшается катастрофически быстро, что в недалеком будущем может поставить их под угрозу исчезновения.

3 категория. Редкие виды, которым теперь не угрожает исчезновение, но встречаются они в таком небольшом количестве или на таких

ограниченных территориях, что могут исчезнуть при неблагоприятных изменениях условий проживания при воздействии природных и антропогенных факторов.

4 категория. Виды, биология которых изучена недостаточно, количество и положение которых вызывает тревогу, однако недостаток сведений о них не позволяет отнести их ни к одной из перечисленных выше категорий.

5 категория. Восстановленные виды, состояние которых благодаря принятым мерам охраны не вызывает особой тревоги. Но они не подлежат еще промысловому использованию и за их популяциями требуется контроль.

Тема 8. Экологическое нормирование

Принципы экологического нормирования: ПДК, МДК, ПДУ, ВДУ и др. Нормативные критерии, оценивающие состояние литосферы: санитарно-гигиенические, геохимические, биогеохимические. Критерии оценки нормирования экологичности строительных материалов и дорожных покрытий: токсичность, радиоактивность, биоповреждения. Критерии оценки нормирования экологической безопасности жилых и общественных зданий загрязнение воздуха, свето-инсоляционный режим, геопатогенные зоны, в т. ч. радоновые, биологические воздействия и др.. Оценка шумового режима, создаваемого транспортными магистралями.

Основные понятия экологического нормирования

Экологическое нормирование – это установление нормативов качества ОС, нормативов допустимого воздействия на нее при осуществлении различного рода деятельности, а также в установлении государственных стандартов и иных нормативных документов в этой области.

Смысл экологического нормирования – установление такого качества ОС, при котором ее экологические системы постоянно и неизменно обеспечивают процесс обмена веществ и энергии между природой и человеком и воспроизводство жизни на планете.

Экологический норматив – установленная величина использования природных ресурсов или техногенного воздействия на экосистемы и отдельные их компоненты, при которой функционально-структурные характеристики экосистем. Нормирование антропогенных нагрузок на окружающую среду - одна из важнейших составных частей управления природопользованием.

Любой норматив — это в определенной степени компромисс между природой, экономикой и наукой. Действительно, результирующий итог разработки норм или правил зависит от трех факторов:

- 1) экологического, т.е. порогового уровня воздействия на человека или окружающую природную среду, использования природных ресурсов;
- 2) экономико-технологического, т.е. возможности и экономической целесообразности выполнения установленных пределов воздействия на

человека и среду его обитания, природные ресурсы;

3) научно-технического, т. е. способности научно-технических и измерительных средств обеспечить контроль соблюдения пределов воздействия.

Оптимальные результаты в процессе разработки нормативов или правил достигаются, когда лимитирующим фактором становится экологический. В противном случае (при экономико-технологических или научно-технических ограничениях) речь может идти лишь о временных, ориентировочных или условных нормах.

Под экологическим нормированием понимается научно обоснованное ограничение воздействия хозяйственной и иной деятельности на ресурсы биосферы, обеспечивающее как социально-экономические интересы общества, так и его экологические потребности [Опекунов, 2001].

Система нормирования в области охраны окружающей среды создавалась для государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности, ограничение негативных воздействий хозяйственной деятельности на компоненты природной среды и природные комплексы, а также предотвращение экологически неблагоприятных воздействий на человека.

Сложившаяся сегодня система экологического нормирования включает *стандартизацию, лицензирование* отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды, а также *экологическую сертификацию* в целях обеспечения экологически безопасного осуществления хозяйственной и иной деятельности.

В отличие от стандартизации экологическое нормирование представляет собой *разработку научно-методической базы* самой стандартизации в области природопользования и охраны окружающей среды на основе анализа устойчивости экосистем и толерантности человека к вредным воздействиям, обоснование безопасных уровней и продолжительности воздействия на окружающую среду, прогноз этих последствий, а также апробации результатов. Под последним этапом понимаются организационно-правовые мероприятия по введению норм в действие [Опекунов, 2001].

Экологическое нормирование представляет собой определенно организованный комплекс, который развивается по следующей цепочке:

- проведение исследований по оценке устойчивости экосистемы или реакции человека на воздействие;
- обоснование безопасных уровней (ассимиляции, техноемкости, адаптации и др.) и возможной продолжительности воздействий с целью минимизации вреда;
- прогнозирование воздействий на экосистему и человека;
- апробация результатов на объектах или субъектах нормирования, включая правовое обеспечение.

Цель, задачи, принципы ЭН

Экологическое нормирование - нахождение граничных значений экологических нагрузок для того, чтобы можно было установить ограничения для управляющих воздействий на объект нормирования и достигнуть целей нормирования.

Предельно допустимая экологическая нагрузка (ПДЭН) - максимальная нагрузка, которая еще не вызывает ухудшения качества объекта нормирования. **Экологический норматив** - законодательно установленное (т.е. обязательное для субъектов управления) ограничение экологических нагрузок. В идеальном случае экологический норматив должен совпадать с ПДЭН.

Основная цель нормирования качества окружающей среды - установление предельно допустимых норм воздействий, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда, обеспечивающих рациональное использование и производство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности. При этом под воздействием понимается антропогенная деятельность, связанная с реализацией экономических, рекреационных, культурных интересов и вносящая физические, химические и биологические изменения в природную среду.

Основной задачей экологического нормирования является разработка и обоснование научно-методической базы *стандартизации* в области безопасности жизнедеятельности человека и сохранения генофонда, охраны окружающей среды и рационального природопользования. В задачи экологического нормирования входят также апробация разработок на практике, доведение их до стандартов и введение в ранг нормативов. Указанная цель подразумевает наложение граничных условий (нормативов) как на само воздействие, так и на факторы среды, отражающие воздействие и реакцию экосистем.

Таким образом, устанавливаются нормативы качества окружающей среды, нормативы предельно допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной или иной деятельности, иные нормативы в области охраны окружающей среды, а также государственные стандарты и другие нормативные документы в сфере природопользования.

Традиционно при рассмотрении природных систем *объектом* экологического нормирования являются *устойчивость* природной среды и человека к вредным воздействиям, формы и последствия использования природно-ресурсного потенциала.

Объект экологического нормирования - экологическая система определенного пространственно-временного масштаба, то есть совокупность взаимодействующих живых и неживых элементов, обладающая определенной степенью общности и которую по определенным критериям можно отделить от других таких же совокупностей (разница с общим определением системы заключается лишь в том, что в экосистему

обязательно входят элементы живой природы). Объектами экологического нормирования могут быть и вся биосфера, и небольшой участок леса, и территория города, и отдельная популяция конкретного вида, и среда обитания человека в узком смысле (жилище, производственные помещения и пр.).

Предмет *изучения экологического нормирования* - выявление безопасных пределов воздействия на экосистемы в процессе природопользования, а также оценка последствий эксплуатации различных природных ресурсов для других компонентов экосистем, включая человека.

Основные принципы ЭН:

1) динамичность — возможность внесения корректив с учетом результативности ранее принятых регламентов, изменения экологической ситуации и достижений научно-технического прогресса;

2) аналитичность — детальный предварительный экономический анализ затрат и выгод от введения новых регламентов, оценка краткосрочных и долгосрочных последствий;

3) реализм — ориентация на практическую достижимость результатов, т.е. реальность соблюдения норм и правил;

4) дифференцированность — дифференцированный региональный и отраслевой подходы к установлению нормативов, что имеет особое значение для производственно-ресурсного и экосистемного нормирования;

5) гласность — открытость (вплоть до общественного обсуждения) и, научная обоснованность нормативов и правил.

Структура экологического нормирования

Практика экологического нормирования в последние 15 лет позволяет выделить три его основных направления: санитарно-гигиеническое, экосистемное и производственно-ресурсное. Последнее подразделяется на два вида: нормирование безопасности производственной деятельности и нормирование рационального использования и охраны природных ресурсов.

Основной задачей *санитарно-гигиенического нормирования* является обеспечение безопасности жизнедеятельности человека и сохранение генетического фонда. Санитарно-гигиеническое нормирование развивается на базе экологической токсикологии. Это наиболее методически продвинутое направление, имеющее многолетнюю историю. К основному объекту нормирования относится толерантность человека к вредным воздействиям. Химическое загрязнение нормируется через предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в средах и компонентах экосистем. Физические воздействия (электромагнитное, радиационное, шумовое, тепловое и т.д.) ограничиваются через предельно допустимые уровни (ПДУ) и дозы (ПДД).

Второй блок нормирования этого направления включает оценку качества окружающей среды и ее компонентов через систему индексов (ИЗА, ИЗВ и др.) и количественных оценок. К санитарно-гигиеническому

нормированию следует также отнести разработку норм санитарных зон защиты источников водоснабжения и зеленых зон городов. Как инновационные можно выделить исследования в области нормирования индивидуального и группового риска при разного рода чрезвычайных ситуациях.

Производственно-ресурсное направление призвано решать целый комплекс проблем. Это производственно-технологическое обеспечение соблюдения экологических норм и правил через экологизацию технологических процессов, нормирование качества выпускаемой продукции, ограничение прямого воздействия на природную среду предприятий, нормирование и стандартизация в области обращения с отходами производства и потребления. Основными показателями, лимитирующими вредные воздействия на окружающую среду, служат предельно допустимые выбросы (ПДВ) и предельно допустимые сбросы (ПДС) загрязняющих веществ, а также предельно допустимое размещение отходов (ПДРО).

В задачи этого направления входят проблемы рационального использования, охраны и обеспечения условий воспроизводства природных ресурсов. Последние далеко не всегда рассматриваются в качестве субъекта экологического нормирования. Однако вопросы рационального использования и охраны природных ресурсов очень важны для мирового сообщества, в частности для нашей страны, и входят в число необходимых условий перехода к устойчивому развитию. Это предопределяет обязательность рассмотрения их в общей системе ЭН. Основными механизмами здесь выступают лимитирование, лицензирование, сертификация и паспортизация. Контроль рационального использования основных видов ресурсов обеспечивается системой кадастровых оценок, мониторингом и государственной экологической экспертизой. Обязательное условие эффективного управления в области ЭН — дифференцированный по хозяйственной ценности и природоохранной важности подход к основным ресурсам (к земле, лесу, воде, минеральным ресурсам). В целом в производственно-ресурсном направлении существует много наработок, но их объединение на единых методических принципах экологического нормирования только начинается.

Задача *экосистемного нормирования* заключается в сохранении биоразнообразия, нормальных условий функционирования и развития экосистем. Это одно из наиболее важных направлений. Экосистемное нормирование можно рассматривать как определение комплексных показателей устойчивости экосистем и их численных значений, разработку нормативов и регламентов, ограничивающих негативное воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду возможностями экосистем.

В будущем именно экосистемное направление должно стать одним из механизмов постепенного восстановления природной среды до уровня,

гарантирующего экологическую стабильность в процессе перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. В настоящее время можно говорить об этапе зарождения этого направления и обоснования методологической конструкции эоцентрической концепции нормирования. Перспективы экосистемного нормирования связаны с развитием эколого-защитного направления, нацеленного на реализацию комплекса норм и правил организации особо охраняемых природных территорий. Эти вопросы относительно успешно решаются в нашей стране.

Нормирование акустического и вибрационного воздействия

Шум, вибрация, магнитные поля и другие физические воздействия относятся условно к акустическому загрязнению окружающей человека среды. С физической точки зрения, шум представляет собой неупорядоченное сочетание звуков различной частоты и интенсивности.

Шум – неизбежная реальность цивилизации. Более того, в определенных дозах он необходим человеку для сохранения жизненного фона, обеспечивающего ему безопасность. Например, шум на дорогах позволяет при определенных навыках определить характер движения автомобиля, его тип, расстояние до него, скорость и другие факторы, необходимые для безопасного перехода через дорогу. Основными источниками акустического и вибрационного воздействия на окружающую среду являются: транспорт, производственное оборудование и т. п.

Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания в интервале частот от 16 до 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц (инфразвуки) и с частотой выше 20000 Гц (ультразвуки) не воспринимаются органами слуха человека, но негативно влияют на него. Предельно допустимые нормы шумового воздействия на человека устанавливаются в децибелах (Дб). Под оптимальным шумовым фоном понимают энергию шума 20 Дб.

Вибрация – это колебания твердого тела, воздействующие на конечности человека или его опорно-двигательный аппарат. Установлено, что такие части тела, как желудок и голова, особенно болезненно реагируют на определенные резонансные частоты – 6–8 Гц. Длительное влияние вибрации в процессе работы приводит к таким профессиональным заболеваниям, как язва желудка, психические и нервные расстройства, вибрационная болезнь, гипертония.

В отличие от звуковых колебаний, инфразвук распространяется практически без ослабления на значительные расстояния. Техногенные источники инфразвука: тихоходные крупногабаритные машины и механизмы – ракетные двигатели, двигатели внутреннего сгорания большой мощности, газовые турбины, компрессоры, транспортные средства. Неслышимый инфразвук вредно воздействует на организм человека, особенно на его психику. По санитарным нормам уровень инфразвука на жилой территории застройки не должен превышать 90 Дб.

Все виды акустического и вибрационного воздействия на окружающую среду подлежат нормированию.

Нормирование электромагнитного воздействия

В результате использования электрической и электромагнитной энергии в разнообразных видах человеческой деятельности к электрическому и магнитному полю Земли, атмосферному электричеству, радиоизлучению Солнца и Галактики добавилось электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения.

Источники ЭМП: воздушные линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения, технические средства радиовещания, телевидения, радиорелейной и спутниковой связи, радиолокационные и навигационные системы, лазерные маяки, антенны сотовой мобильной связи и т. п. – существенно повлияли на естественный электро-магнитный фон.

Напряженность электрического поля определяется на высоте 1,8 м от уровня земли, а для помещений – от уровня пола.

Нормативы предельно допустимого уровня радиационного воздействия

Особое место среди нормативов качества окружающей природной среды занимает ПДУ радиоактивного воздействия. Допустимый уровень радиационного воздействия на окружающую среду – это уровень, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда.

Естественное (космическое и земное) излучение, хотя и дает около 4/5 всей среднегодовой эквивалентной дозы облучения, растянуто во времени. От естественного радиационного фона человек получает дозу: от радона – около 55 %, от калия-40 – около 13 %, от космических лучей – 15–16 %, от других естественных источников – около 15 %. Однако следует помнить, что количество калия-40 даже в Республике Беларусь неравномерное, а во многих странах его может быть еще меньше.

На практике большинство людей получает 70–80 % эффективной дозы от природных источников облучения и до 20 % эффективной дозы – от облучения медицинскими приборами и препаратами. Наиболее опасными антропогенными источниками ионизирующих излучений являются атомные электростанции в результате аварий на них, а также возможные взрывы ядерных и радиологических боеприпасов. Для того чтобы максимально ограничить поступление радионуклидов в организм человека с продуктами питания, в Беларуси введены Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде, утвержденные в 2001 году (РДУ–2001).

При разработке РДУ учитывалось, что человек одни продукты употребляет ежедневно, в то время как другие – значительно реже. Руководствуясь РДУ–2001, следует учитывать, чтобы в рационе питания человека было меньше продуктов с относительно высоким содержанием радионуклидов.

Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ) установлен предел дозы на организм человека на таком уровне, чтобы полная эффективная доза за всю трудовую деятельность не превышала 1 Зв (100 бэр) и накапливалась равномерно год за годом.

В Беларуси норматив полной прижизненной эффективной дозы для человека составляет 70 мЗв, или 1 мЗв/год.

В Республике Беларусь допустимые уровни радиационного воздействия на окружающую среду определяются на основании: Норм радиационной безопасности (НРБ–2000); Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности (ОСП–2002).

После аварии 1986 года на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь был налажен планомерный контроль за радиоактивным загрязнением окружающей среды.

Радиационный контроль – комплекс взаимосвязанных и обязательных к исполнению административных, организационно-технических, санитарно-гигиенических мероприятий и правовых мер, направленных на снижение воздействия на население радиационного фактора.

Цель радиационного контроля заключается в минимизации и ограничении последствий облучения населения радиоактивными веществами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС и выбросов аналогичных станций в сопредельных государствах.

Нормативы качества в производственно-хозяйственной сфере Производственно- хозяйственные нормативы качества устанавливают требования к источнику вредного воздействия, ограничивая его деятельность определенной пороговой величиной. Согласно Закону об охране окружающей среды эта группа нормативов устанавливается с учетом: производственных мощностей объекта, данных о наличии вредных воздействий по каждому источнику загрязнения на основе действующих нормативов ПДК вредных веществ в окружающей природной среде.

К производственно-хозяйственным нормативам качества и воздействия на окружающую среду относятся:

- предельно допустимый выброс вредных веществ;
- предельно допустимый сброс вредных веществ;
- допустимое изъятие компонентов природной среды;
- норматив образования отходов производства и потребления.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух устанавливается на уровне, при котором выбросы загрязняющих веществ от конкретного источника в совокупности с другими источниками в данном районе (с учетом перспектив их развития) не приведут к превышению нормативов ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. При определении ПДВ загрязняющих веществ от расчетного источника необходимо учитывать концентрацию этих веществ в атмосфере, обусловленную выбросами от других источников, соблюдая

для приземного слоя следующее условие: $C + C_f < ПДК$, где C – концентрация вещества в приземном слое, создаваемая расчетным источником выброса, $мг/м^3$; C_f – фоновая концентрация вещества, $мг/м^3$.

Нормативы ПДВ устанавливаются с учетом физико-географических особенностей района, климатических условий местности, в которой располагается предприятие, численности и характера размещения населения, общей экологической обстановки, технологического уровня производства, объема и структуры выбросов и многих других специфических факторов.

Если в воздухе городов или других населенных пунктов, где расположены предприятия, концентрации вредных веществ превышают ПДК, а значения допустимых выбросов по объективным причинам не могут быть достигнуты, вводится поэтапное снижение выброса вредных веществ до значений, обеспечивающих ПДК.

При этом могут быть установлены временно согласованные выбросы (ВСВ). Значения ВСВ устанавливаются с учетом передового экологического опыта в технологии данного производства. ПДВ и ВСВ пересматриваются не реже одного раза в пять лет.

На основании расчетов для каждого выпуска возвратных вод устанавливаются предельно допустимые сбросы (ПДС) веществ в водные объекты. Предельно допустимый сброс представляет собой массу вещества в сточных водах, максимально допустимую к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. Предельно допустимый сброс устанавливается с учетом ПДК веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями.

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

Проекты ПДС разрабатываются и утверждаются территориальным органом Минприроды для предприятий, учреждений и организаций, имеющих или проектирующих самостоятельные выпуски сточных вод в водные объекты, прежде всего в зонах повышенного загрязнения.

При сбросе сточных вод в городскую систему водоотведения с последующей биологической очисткой требования к сточным водам для каждого предприятия устанавливаются территориальными предприятиями Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь.

Комплексные нормативы качества

К комплексным показателям качества и воздействия на окружающую среду относятся: предельно допустимые нормы нагрузки на окружающую природную среду; экологическая емкость территории; нормативы санитарных и защитных зон.

Основным комплексным нормативом качества окружающей среды являются предельно допустимые нормы нагрузки (ПДН). Предельно допустимые нормы нагрузки – это допустимые размеры антропогенного воздействия на природные ресурсы или природные комплексы, не приводящие к нарушению экологических функций природной среды. Цель разработки и применения норм ПДН – обеспечение рационального сочетания хозяйственной и рекреационной деятельности с охраной среды. С этой целью для каждой экосистемы должны быть выявлены свои критерии качества природной среды, которые зависят от экологического резерва этой экосистемы и экологических возможностей региона.

Различают два вида предельно допустимых норм нагрузок на окружающую природную среду: отраслевые и региональные. Региональные нормы ПДН разрабатываются с учетом хозяйственной деятельности или рекреационной нагрузки на природные комплексы.

Отраслевые нормы ПДН устанавливают предельную хозяйственную нагрузку на отдельные виды природных ресурсов. Для определения ПДН нагрузок важным является такое понятие, как емкость природной среды. Емкость природной среды (экологическая емкость территории) – это потенциальная способность природной среды перенести ту или иную антропогенную нагрузку без нарушения основных функций экосистем. Ее показатели свидетельствуют о потенциальных возможностях природной среды.

Нормативы санитарных и защитных зон устанавливаются с целью охраны водоемов, источников водоснабжения, курортных и лечебно-оздоровительных зон, населенных пунктов, других территорий от загрязнений и других вредных воздействий.

Нормативы санитарных и защитных зон определяются характером их целей и задач. Эти зоны выполняют основные взаимосвязанные функции: охранительные и оздоровительные.

Санитарная и защитная зона – это территория или акватория, на которой устанавливается особый санитарно-эпидемиологический режим для предотвращения ухудшения качества воды в источниках централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и охрана водопроводных сооружений.

Государственная экологическая экспертиза и контроль

Институт государственной экологической экспертизы в Республике Беларусь существует с 1993 г. и является исключительной компетенцией Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. В нормативные правовые акты, регулирующие порядок проведения государственной экологической экспертизы имплементированы нормы международного права, что позволило значительно повысить имидж Республики Беларусь на международном уровне.

В соответствии с пунктом 1 статьи 1 Закона Республики Беларусь от 18 июля 2016 г. № 399-З, государственная экологическая экспертиза –

установление соответствия планируемых проектных и иных решений (далее – проектные решения), содержащихся в предпроектной (предынвестиционной), проектной и (или) иной документации (далее, если не предусмотрено иное, – документация), требованиям законодательства об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов, а проектных решений, содержащихся в предпроектной (предынвестиционной) документации, градостроительных проектах, – также регламентам градостроительного развития и использования территорий.

Государственная экологическая экспертиза проводится с соблюдением следующих основных принципов:

- ✓ предотвращения вредного воздействия на окружающую среду;
- ✓ обязательности проведения государственной экологической экспертизы документации, являющейся объектом государственной экологической экспертизы;
- ✓ учета комплексного воздействия на окружающую среду осуществляемой и планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- ✓ недопущения необратимых изменений окружающей среды;
- ✓ достоверности и полноты информации, содержащейся в документации;
- ✓ гласности и учета общественного мнения;
- ✓ законности и объективности заключений государственной экологической экспертизы, экологических докладов по стратегической экологической оценке и отчетов об оценке воздействия на окружающую среду.

Проведение государственной экологической экспертизы осуществляется организациями, подчиненными Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды, имеющими в своем штате специалистов, прошедших подготовку по проведению государственной экологической экспертизы и соответствующих требованиям, установленным Советом Министров Республики Беларусь.

Срок проведения государственной экологической экспертизы не должен превышать одного месяца со дня поступления документации, соответствующей требованиям, установленным Советом Министров Республики Беларусь.

По результатам проведенной государственной экологической экспертизы составляется заключение государственной экологической экспертизы в соответствии с требованиями, установленными Советом Министров Республики Беларусь. Заключение государственной экологической экспертизы может быть положительным либо отрицательным. Положительное заключение государственной экологической экспертизы может содержать особые условия реализации проектных решений.

Реализация проектных решений без положительного заключения государственной экологической экспертизы запрещается, если иное не установлено Президентом Республики Беларусь.

Законодательство в области ООС и эффективность его применения

Законодательство – система нормативных правовых актов, характеризующаяся их внутренней согласованностью, иерархией и обеспечивающая правовое регулирование общественных отношений.

Республика Беларусь признает приоритет общепризнанных принципов международного права и обеспечивает соответствие им национального законодательства. Так, в части охраны атмосферного воздуха, в соответствии с требованиями и в целях исполнения обязательств по Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций (далее – ООН) об изменении климата, начиная с 2006 года, ежегодно проводится инвентаризация (учет) выбросов парниковых газов в рамках выполнения работ по составлению Государственного кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов.

Парижское соглашение по климату направлено на поддержку экологической целостности, возобновляемых источников энергии, «зеленой» экономики, передачу высокоэффективных технологий, смягчение последствий изменения климата и адаптацию к изменяющемуся климату. Обязательством Республики Беларусь по Парижскому соглашению является сокращение выбросов парниковых газов на 28 % к 2030 году по сравнению с 1990 годом.

Венская конвенция по охране озонового слоя содержит требования в области защиты и охраны здоровья людей и окружающей среды от неблагоприятных воздействий, связанных с изменениями в озоновом слое. В Республике Беларусь выполняются обязательства по сокращению (прекращению) потребления озоноразрушающих веществ (далее – ОРВ) в рамках Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой, в основе которого лежат меры регулирования, распространяющиеся на производство, экспорт, импорт, уничтожение и потребление ОРВ.

Отношения, связанные с ввозом и (или) вывозом озоноразрушающих веществ и содержащей их продукции, регулируются Законом Республики Беларусь от 12 ноября 2001 г. № 56-З «Об охране озонового слоя» и иными актами законодательства об охране озонового слоя, законодательством о внешнеэкономической деятельности, законодательством о таможенном регулировании, международными договорами Республики Беларусь, международно-правовыми актами, составляющими право Евразийского экономического союза.

Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях предусматривает сокращение и предотвращение выбросов стойких органических загрязнителей. Согласно Стокгольмской конвенции Беларусь обязана до 2025 года завершить эксплуатацию всего оборудования,

содержащего полихлорированные бифенилы, а до 2028 года территория нашей страны должна быть полностью очищена от них.

Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Женевский протокол к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, касающийся финансирования совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (ЕМЕП), Протокол о сокращении выбросов окислов азота или их трансграничных потоков к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния и Хельсинкский протокол к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния о сокращении, по крайней мере, на 30 % выбросов серы или их трансграничных потоков налагают на страны-Стороны соответствующие обязательства в области борьбы с загрязнением воздуха и его последствиями, включая перенос загрязнителей воздуха на большие расстояния,

Рамочная Конвенция ООН об изменении климата и Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, содержат требования по информированию общественности, а Парижское соглашение по климату – требования по активизации просвещения, подготовки кадров, информирования общественности, участия общественности и доступа общественности к информации по вопросам изменения климата. Инструменты реализации этих требований лежат в Конвенции Европейской Экономической комиссии Организации Объединенных Наций о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (далее – Орхусская конвенция).

Национальные стандарты для отработавших газов транспортных средств, в большинстве своем, приведены в соответствие с европейскими и международными требованиями. В настоящее время, как для бензина, так и для дизельного топлива действует стандарт Евро-5.

Требования по предотвращению, ограничению и сокращению трансграничного загрязнения, устойчивому управлению водными ресурсами, их сохранению и охране содержатся в Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (далее – Водная конвенция) и Протоколе по проблемам воды и здоровья к ней, в соответствии с которым в Республике Беларусь установлены целевые показатели, часть из которых касается управления водными ресурсами.

Реализация Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, принятой 17 марта 1992 г. в г. Хельсинки, к которой Республика Беларусь присоединилась в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 21 апреля 2003 г. № 161 «О присоединении Республики Беларусь к Конвенции по охране и использованию водотоков международных озер», обеспечивает прочную основу для трансграничного сотрудничества, в том числе в контексте адаптации к изменению климата.

Основополагающие принципы международного экологического права в части управления водными ресурсами заложены также и в Водной рамочной директиве, которая призвана унифицировать подходы стран к управлению водными ресурсами и их охране. Именно в данном документе заложены такие имплементированные в национальном белорусском законодательстве подходы, как:

- ✓ экосистемный подход – комплексная оценка поверхностных вод, подземных вод, водной и прибрежной составляющих экосистем с учетом их взаимодействия;
- ✓ бассейновый подход – единый подход ко всему бассейну реки в целом;
- ✓ широкое привлечение общественности к процессу обсуждения экологических проблем и принятия решений.

Положения Водной рамочной директивы нацелены на создание общей схемы охраны всех типов вод для предотвращения ухудшения, сохранения, улучшения состояния водных экосистем, устойчивого развития всех видов водопользования, осуществления мероприятий по уменьшению объемов сбросов и снижению загрязнения вод. В целях гармонизации многие положения Водной рамочной директивы имплементированы в национальном законодательстве, о чем будет сказано ниже.

Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местобитаний водоплавающих птиц (далее – Рамсарская конвенция), содержит требования по сохранению и развитию экологических функций водно-болотных угодий с точки зрения регулирования водного режима.

Водная конвенция и Протокол по проблемам воды и здоровья к ней содержат требования по информированию общественности о состоянии трансграничных вод, мерах, принимаемых или планируемых с целью предотвращения, ограничения и сокращения трансграничного воздействия, а также об эффективности этих мер, а Рамсарская конвенция – требования по обмену данными и публикациями, относящимися к водно-болотным, угодьям, их флоре и фауне, а также по подготовке компетентных специалистов для исследования, надзора и управления водно-болотными угодьями. Инструмент реализации этих требований лежит в Орхусской конвенции.

Для коммунальных (смешанных) сточных вод регулируются несколько параметров на основе Директивы ЕС (91/271/ЕС) о городских сточных водах. Со странами-соседями заключен ряд двусторонних соглашений по вопросам общих трансграничных водных ресурсов. Трансграничное сотрудничество необходимо для предотвращения негативного воздействия односторонних мер и координации адаптационных усилий.

В связи с принятием Водного кодекса Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь внесло значительные изменения в нормативы качества поверхностных вод. Так,

список рыбохозяйственных предельно допустимых концентраций был модернизирован, в частности, путем включения наиболее опасных веществ из приоритетного списка Европейского Союза.

Осуществленные изменения нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов Республики Беларусь заметно повысили эффективность действующего национального законодательства в области управления водными ресурсами.

Конвенция о биологическом разнообразии имеет целью сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и совместное получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов и налагает на страны-стороны соответствующие обязательства.

Картахенский протокол по биобезопасности к вышеуказанной конвенции содержит требования по обеспечению надлежащего уровня защиты в области безопасной передачи, обработки и использования живых измененных организмов, являющихся результатом применения современной биотехнологии и способных оказать неблагоприятное воздействие на сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия, с учетом также рисков для здоровья человека и с уделением особого внимания трансграничному перемещению.

Нагойский протокол к Конвенции о биологическом разнообразии нацелен на обеспечение совместного использования на справедливой и равной основе выгод от применения генетических ресурсов, в том числе путем обеспечения надлежащего доступа к генетическим ресурсам и надлежащей передачи соответствующих технологий, учитывая все права на данные ресурсы и на технологии, и путем надлежащего финансирования, содействуя таким образом сохранению биологического разнообразия и устойчивому использованию его компонентов.

Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, налагает обязательства принятия надлежащих мер в целях защиты некоторых видов дикой фауны и флоры от чрезмерной эксплуатации их в международной торговле.

Рамсарская конвенция содержит требования по сохранению и развитию экологических функций водно-болотных угодий в качестве местообитаний, обеспечивающих существование характерной флоры и фауны, особенно водоплавающих птиц.

Конвенция по сохранению мигрирующих видов диких животных требует от Сторон принимать меры, направленные на предотвращение угрозы исчезновения мигрирующих видов, на их сохранение и согласование государствами принимаемых в этих целях мер там, где это возможно и целесообразно, уделяя особое внимание мигрирующим видам, статус сохранности которых неблагоприятен.

Учитывая, что деградация земель, опустынивание и засуха оказывают неблагоприятное воздействие на устойчивое развитие в силу их взаимосвязи

с важными социальными проблемами, Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием/деградацией земель обязывает страны использовать комплексный подход в отношении физических, биологических и социально-экономических аспектов этих явлений.

Конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе ставит перед странами задачи по сохранению дикой флоры и фауны и их природных районов обитания, особенно тех видов и районов обитания, сохранение которых требует сотрудничества нескольких государств, уделяя особое внимание исчезающим и уязвимым видам, включая исчезающие и уязвимые мигрирующие виды.

Вышеуказанные международные соглашения содержат в той или иной степени требования по просвещению, повышению осведомленности и участию общественности в процессе принятия решений, инструмент реализации которых лежит в Орхусской конвенции.

Директива ЕС 2008/1/ЕС послужила стимулом для создания системы комплексных природоохранных разрешений. В настоящее время после внесения изменений и дополнений в Указ Президента Республики Беларусь от 17 ноября 2011 г. № 528 «О комплексных природоохранных разрешениях» посредством принятия Указа Президента Республики Беларусь от 9 марта 2016 г. № 91 юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность (планирующие осуществлять деятельность), связанную с эксплуатацией объектов, оказывающих комплексное воздействие на окружающую среду, с 1 января 2016 г. осуществляют указанную деятельность только при наличии комплексных природоохранных разрешений. До 1 января 2020 г. допускается осуществление деятельности, связанной с эксплуатацией объектов, оказывающих комплексное воздействие на окружающую среду, на основании разрешений на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, специальное водопользование, хранение и захоронение отходов производства, выданных до 1 января 2016 г. При этом, если срок действия хотя бы одного из указанных разрешений истекает до 1 января 2020 г., юридическое лицо или индивидуальный предприниматель должны обратиться в соответствующий территориальный орган Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды для получения комплексного природоохранного разрешения.

На основании европейского опыта разработан национальный перечень наилучших доступных технических методов.

Национальное законодательство в области охраны окружающей среды включает ряд природоресурсных кодексов и законов, на уровне которых приняты наиболее общие нормы, определяющие правовые, экономические и организационные основы охраны отдельных компонентов природы, общие нормы, закрепляющие необходимость проведения мониторинга и правоустанавливающие нормы, указывающие на орган государственного управления, ответственный за обозначенный вид мониторинга [23, 24].

Правовые предписания Закона концептуального характера реализуются, как правило, не через нормы прямого действия, а преимущественно посредством многочисленных отсылок на акты Правительства или республиканских органов государственного управления. Это создает определенные трудности в правоприменении, снижает эффективность правового регулирования экологических правоотношений [25–28]. Так, с целью реализации норм, регулирующих мониторинг, принятых на уровне Закона, а также природоресурсных кодексов и законов, постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 20 апреля 1993 г. № 247 была создана Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС), порядок функционирования и развития которой регулируется в настоящее время комплексом подзаконных нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов.

НСМОС является гибкой, развивающейся, открытой системой и включает 12 организационно самостоятельных видов мониторинга окружающей среды, а также обеспечивает их взаимодействие в целях получения комплексной информации о состоянии окружающей среды, анализа и прогноза ее изменений [23, 24]. Подробная и актуальная экологическая информация о результатах НСМОС содержится на сайте Главного информационно-аналитического центра НСМОС – www.nsmos.by.

По данным Национального центра законодательства и правовых исследований Республики Беларусь (И.П. Манкевич и др.), анализ современного экологического законодательства позволяет выделить определенные результаты и тенденции его развития, определяющие эффективность его применения. Так, имплементация норм международного экологического права в национальное законодательство сопровождается введением новых правовых институтов (как, например, частная собственность на землю, концессия природных ресурсов и др.), совершенствованием действующих и принятием новых нормативных правовых актов.

В качестве тенденций развития национального экологического законодательства, обеспечивающих повышение его эффективности, отмечена систематизация (кодификация), в результате которой создается комплексный, четко систематизированный документ, содействующих устранению существующих пробелов и коллизионных норм права.

Важным аспектом повышения эффективности национального природоохранного законодательства является существующая тенденция его гармонизации с действующими нормами международного экологического права. Например, осуществленные с 2015 г. изменения нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов Республики Беларусь заметно повысили эффективность действующего национального законодательства в области управления водными ресурсами.

Для дальнейшего повышения эффективности национального законодательства в области охраны окружающей среды целесообразно

развивать новые институты экологического права – экологический аудит, экологическую сертификацию, экологическое страхование и др.

Формирование единой экологической политики неразрывно связано с совершенствованием нормативных правовых актов, регулирующих отношения в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Одновременно проводится планомерная практическая имплементация инновационных разработок по достижению целей устойчивого развития и переходу к устойчивой «зеленой» экономике, а также адаптация и регулирование направления и интенсивности социально-экономического развития страны посредством постановки и выполнения прогнозных показателей социально-экономического развития.

Тема 9 Региональные экологические проблемы Беларуси

Решение проблемы воздействия на природную среду республики антропогенных факторов, несомненно, является одним из приоритетных направлений в республике.

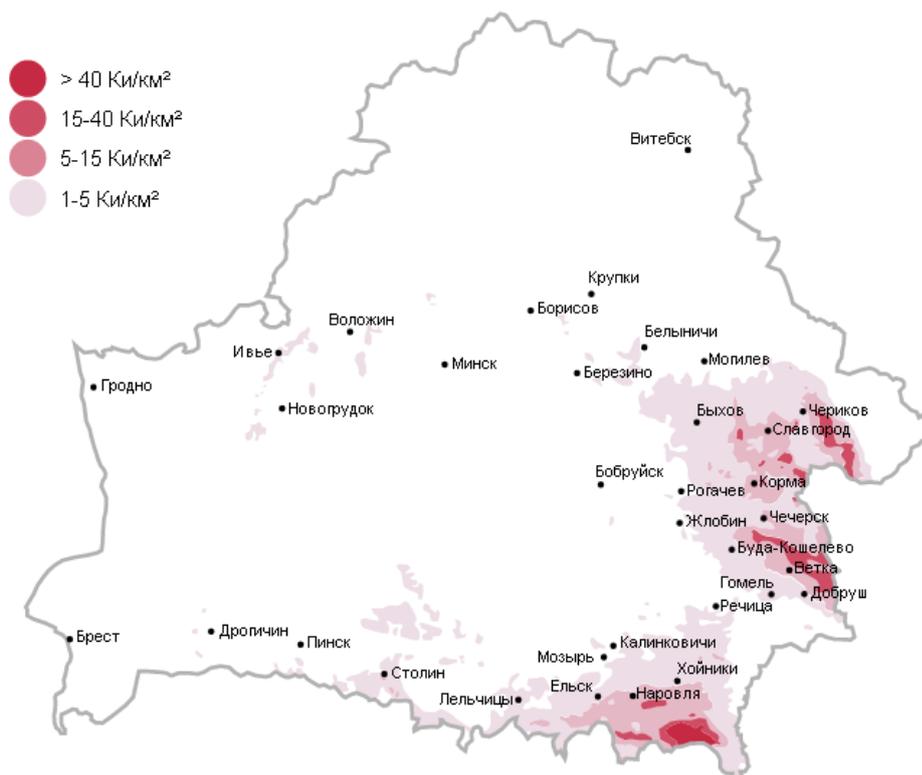
Контроль и регулирование за соблюдением субъектами хозяйствования природоохранного законодательства в определенной мере способствовали сохранению характерных для последних лет тенденций к стабилизации объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также отведения сточных вод. Рост площади лесных земель за счет вывода из сельскохозяйственного оборота малопродуктивных земель с последующими лесоустроительными работами, с одной стороны можно рассматривать в качестве благоприятного в экологическом отношении процесса. Лесистость территории страны достигла 39,7%, что является предпосылкой для поддержания экологического равновесия. С другой стороны следует рассматривать данный аспект с точки зрения рационального использования земельных ресурсов страны. И в этом ракурсе необходимо продолжать работу по грамотному, просчитанному использованию земель по тому или иному назначению.

Проблема решения вопросов, связанных с радиоактивным загрязнением территории, загрязнением поверхностных и подземных вод, почв, атмосферного воздуха, накоплением отходов производства и потребления, а также неблагоприятными гидрометеорологическими явлениями, остается актуальной.

Радиоактивное загрязнение территории

Радиоактивное загрязнение Беларуси, если рассматривать с точки зрения степени загрязненности и занимаемой площади, можно считать одним из самых значительных видов загрязнения. Период полураспада некоторых радиоактивных элементов позволяет говорить о постепенном уменьшении загрязненной площади, но влияние и масштабы данного вида загрязнения остаются весьма значительными для республики. В 2015 г. зараженными оставались 27,9 тыс. км² (13,4%) территории Беларуси.

Карта загрязнения территории Беларуси цезием-137 по состоянию на 2015 г.



Площадь земель Беларуси загрязненных цезием-137, тыс. га

Области	Загрязнено цезием-137		в том числе с уровнем загрязнения, тыс. га			
	тыс. га	в процентах к общей площади территории	1-5 Ки/км ²	5-15 Ки/км ²	15-40 Ки/км ²	40 Ки/км ² и более
Брестская	195	5,9	190	4	-	-
Гомельская	1740	43,1	1153	463	92	32
Гродненская	46	1,8	46	-	-	-
Минская	61	1,5	61	<1	-	-
Могилевская	748	25,8	510	185	53	-
Республика Беларусь	2790	13,4	1960	652	145	32

В большей степени радиоактивному загрязнению подвержены лесные земли – 1395,4 тыс.га (14,69% от всей площади лесного фонда).

Площадь загрязненных цезием-137 сельскохозяйственных земель составила 927,7 тыс. га (10,8% от общей площади). Основные массивы сельскохозяйственных земель, загрязненных цезием-137, сосредоточены в Гомельской (45,9% общей площади) и Могилевской (22,9%) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях доля загрязненных земель не столь значительна и составляет соответственно 4,3%, 1,8% и 3,0%.

Загрязнение территории стронцием-90 имеет более локальный характер и отмечено в основном в Гомельской и Могилевской областях.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь в зоне радиоактивного загрязнения в 2015 г. оставалось 2296 населенных пунктов, в которых проживает население (в 2014 году – 2311 н.п.). Количество проживающего в них населения, по сравнению с предыдущим годом, уменьшилось незначительно и составило 1141,8 тыс.чел. (в 2014 г – 1142,6 тыс. чел.), или 12% населения страны.

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что страновая проблема радиоактивного загрязнения, как по площади распространения, так и по степени загрязненности, наиболее ярко выражена для Гомельской, Могилевской и Брестской областей республики (таблицы 12.1 – 12.3). Следовательно, решение данной проблемы в масштабах республики напрямую зависит от результатов выполняемых мероприятий программ, направленных на преодоление последствий аварии на Чернобыльской АЭС, а также финансовой санации бюджета в указанных целях именно в Гомельской, Могилевской и Брестской областях.

Качественное состояние водных ресурсов

Объемный показатель использования воды в 2015 г. составил 1270 млн. м³, (в 2014 г. – 1371 млн. м³). Основным источником воды в 2015 г., как и прежде, являлись подземные горизонты (59% от общего объема изъятной воды). Потери воды в процессе транспортировки к местам использования продолжают уменьшаться, но все еще остаются значительными (5,6% от объема их изъятия). В 2015 г., относительно максимальных показателей 2010 г., потери сократились почти на четверть (24 млн. м³). Снижение относительно 2014 г. в целом по Республике Беларусь составило 5%. В разрезе регионов в наибольшей степени данная проблема проявляется в г. Минске (стабильно высокий показатель), а также Минской и Гомельской областях. Следовательно, именно в этих регионах необходима интенсификация деятельности, направленной на улучшение технического состояния водопроводных и водохозяйственных систем.

Анализом показателей в структуре водопотребления отмечено, что самое высокое значение по-прежнему наблюдается для использования на хозяйственно-питьевые нужды – 37,3%. Несколько ниже по степени использования отмечены производственные нужды – 30,6%, прудовое хозяйство – 23,1%, орошение и сельскохозяйственное водоснабжение – 9%. К положительным моментам в структуре водопотребления можно отнести стабильно высокую долю использования воды на производственные нужды в

системе оборотного и повторно-последовательного водоснабжения (последние четыре года остается на уровне 93%).

Повышенная интенсивность использования водных ресурсов по-прежнему характерна для Брестской области и г. Минска (18,6% и 13,7% соответственно от общего водопотребления в республике). Показатели использования на нужды прудового хозяйства в Брестской области (39,9% от общей доли по стране), а также на хозяйственно-питьевые (72,4% от использованного объема) и производственные нужды (27,6% от использованного объема) в г. Минске внесли существенный вклад в общереспубликанские значения по соответствующим категориям использования.

Микробиологическое и химическое загрязнение вод в ряде регионов все еще фигурирует в качестве одной из основных проблем хозяйственно-питьевого водоснабжения. По результатам санитарного надзора за хозяйственно-питьевым водоснабжением в 2015 г. доля проб, не соответствующих гигиеническим нормам, составила 2,2% по микробиологическим и 21,8% по санитарно-химическим показателям. Сравнение значений данного показателя за пятилетний период показало, что в 2015 г. указанные значения были несколько выше уровня прошлого года, но сохранились на уровне за период 2010–2012 гг. Это подтверждает факт относительной стабилизации качества вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Проблема микробиологического и химического загрязнения вод хозяйственно-питьевого назначения характерна для всех регионов страны, но в разрезе областей имеет разнонаправленный характер и степень выраженности. По показателю микробиологического загрязнения наиболее проблемной остается Гомельская область. Доля проб, которые не соответствуют гигиеническим нормам по микробиологическим показателям, составила 6,6% (в 3 раза выше среднего общереспубликанского значения). В 2015 г. данный показатель по остальным регионам был ниже средних общереспубликанских значений (в диапазоне значений в 3,7 раза по Брестской и Витебской областями в 1,2 раза по Гродненской области), но, вместе с тем, отмечено некоторое ухудшение в Гродненской области и г. Минске относительно значений 2014 г. Причем в Гродненской области данное изменение нарушило сформировавшуюся за ряд лет тенденцию постепенного снижения уровня микробиологического загрязнения.

Наихудшая ситуация с показателями химического загрязнения сложилась для Брестской, Гомельской и Гродненской областей. Доля проб, которые не отвечают гигиеническим требованиям по санитарно-химическим

показателям, составила 36,6% в Брестской области (в 1,7 раз выше среднего общереспубликанского значения), 35,8% в Гомельской области (в 1,6 раз выше среднего общереспубликанского значения) и 25,7% в Гродненской области (в 1,2 раза выше среднего общереспубликанского значения). В значительной степени данная ситуация связана с природными региональными особенностями и системами водозабора (таблица 5.31). Наиболее благоприятная ситуация сложилась для Могилевской (17,1% или в 1,3 раза ниже среднего общереспубликанского значения) и Витебской областей (18,6% или в 1,2 раза ниже среднего общереспубликанского значения), а также для г. Минска (8,7% или в 2,5 раза ниже среднего общереспубликанского значения). Состояние подземных вод Минской области за последние пять лет несколько улучшилось, но доля проб, не соответствующих гигиеническим нормам, все еще значительна (19,5%).

Загрязнение поверхностных вод в большей степени происходит за счет отведения в водные объекты сточных вод, а также поверхностного стока, содержащего загрязняющие вещества, с территорий, подверженных антропогенному воздействию. В качестве положительного момента 2015 г. можно рассматривать показатель объема отведения сточных вод в водные объекты – самое низкое значение за последние пять лет (870 млн. м³). Вместе с тем отмечено некоторое ухудшение долевых показателей отведенных сточных вод по степени очистки. Причиной послужило увеличение объемов сброса недостаточно очищенных сточных вод и уменьшение объемов сброса нормативно-очищенных сточных вод и не требующих очистки в Минской и Могилевской областях. В 2015 г. доля категории вод, не требующих очистки, составила 28,3% от общего объема (в 2014 г. – 31,5%), нормативно-очищенных – 71,0% (в 2014 г. – 68,2%) и недостаточно очищенных – 0,7% (в 2014 г. – 0,5%).

Значительная антропогенная нагрузка на водные объекты проявилась в бассейнах рек Днепр, Припять и Западный Буг. В качестве основных загрязняющих веществ отмечены биогенные элементы – аммоний-ион, нитрит-ион, фосфат-ион, органические вещества и соединения железа.

Результаты качественной оценки водотоков и водоемов по гидрохимическим и гидробиологическим показателям выглядят следующим образом. По гидрохимическим показателям отличным статусом охарактеризованы 47,9% водотоков и 61,9% водоемов, охваченных наблюдениями, хороший статус имели 45,5% водотоков и 33,3% водоемов, а удовлетворительный – 6,7% водотоков и 4,8% водоемов. По гидробиологическим показателям ситуация сложилась менее благополучно. Отличным статусом по гидробиологическим показателям характеризовалось

всего 1,5% водотоков и около 7,7% водоемов, охваченных наблюдениями, хорошим статусом обладало 55,4% водотоков и 73,1% водоемов, удовлетворительному статусу соответствовало 38,5% водотоков и 19,2% водоемов, плохому – 4,6% водотоков.

В разрезе бассейнов основных рек страны худшими показателями в доле в отношении статуса по гидрохимическим и гидробиологическим показателям охарактеризовались реки бассейна Западного Буга (Брестская область) – самое высокое значение водотоков с удовлетворительным гидрохимическим статусом (17,6%), отсутствуют водные объекты с отличным статусом и некоторые водотоки обладают плохим гидробиологическим статусом.

Наиболее загрязненными водными объектами бассейна Западного Буга являются: р. Западный Буг у н.п. Речица; р. Мухавец выше г. Кобрин; р. Лесная Правая у н.п. Каменюки.

Водотоки и водоемы бассейна Днепра по большей части характеризуются хорошим гидрохимическим статусом (немногим более 50% от охваченных наблюдениями) и существенной долей с отличным статусом качества вод. Вместе с тем по доле водных объектов с удовлетворительным статусом бассейн Днепра находится на втором месте (8,2%).

Наиболее загрязненными водными объектами бассейна Днепра являются реки: Свислочь у н.п. Королищевичи и у н.п. Свислочь, Лошица в черте г. Минска, Плисса в районе г. Жодино (Минская область).

Бассейны Немана и Припяти условно можно рассматривать в качестве равноценных по гидрохимическим и гидробиологическим характеристикам. В бассейне Припяти доля водотоков с отличным гидрохимическим статусом (60,6%) значительно выше таковой в бассейне Немана (46,2%). При этом также отмечены более высокие значения доли водотоков с удовлетворительным гидрохимическим статусом (6,1%) нежели в бассейне Немана (2,6%). Наряду с этим доля водоемов с качеством воды, соответствующим отличному гидрохимическому статусу, в бассейне Немана (44,4%) выше таковой в бассейне Припяти (10%). Схожая ситуация наблюдается и по гидробиологическим показателям.

Наиболее загрязненными водными объектами бассейна Припяти являются р. Ясельда ниже г. Березы (Брестская область) и р. Морочь у н.п. Яськовичи (Минская область). В бассейне Немана – р. Уша ниже г. Молодечно (Минская область).

Наиболее благоприятная ситуация сложилась в Витебской области, качество водотоков которой (бассейны Западной Двины и Днепра) соответствовало отличному гидрохимическому статусу. Вместе с тем озера

Лядно, Кагальное (соответствуют удовлетворительному гидрохимическому статусу по качеству воды) и Миорское испытывают значительную антропогенную нагрузку и относятся к наиболее загрязненным водным объектам Беларуси.

Загрязнение атмосферного воздуха

В 2015 г. показатель валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух оказался самым низким за прошедшие 5 лет и составил 1258,9 тыс. т, снизившись относительно 2014 г. на 85,1 тыс. т. В структуре выбросов по источникам сохранилась тенденция по сокращению объема выбросов от мобильных источников и росту от стационарных. В 2015 г. доля стационарных источников в общем объеме выбросов увеличилась на 1,9% относительно 2014 г. и составила 36,4%.

Этому в значительной мере способствуют постепенный вывод из эксплуатации устаревших автотранспортных средств и переход на использование транспорта с усовершенствованными системами и механизмами отведения выхлопных газов, а также гибридными и электродвигателями в значительной мере. Указанными мерами в определенной степени нивелируется даже влияние роста автопарка страны.

Модернизация существующих стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в большей степени зависит от реализации проектных решений, которая, в свою очередь, определяется рядом экономических, технических и временных факторов.

Этим можно отчасти объяснить сложившуюся ситуацию по динамике выбросов.

В структуре стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух основную долю (80,6%) как и прежде составляют выбросы от технологических и других процессов. Следовательно, вещественная структура выбросов в разрезе регионов определяется спецификой деятельности в промышленном секторе каждой области.

Вещественная структура выбросов в 2015 г. практически не изменилась относительно предыдущего года. В общем объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух 88,8% пришлось на три компонента – оксид углерода (47,8%), углеводороды (включая НМЛОС) (29,9%) и диоксид азота (11,1%). Доли диоксида серы, твердых веществ и сажи варьировали в пределах 4–5%.

Основными загрязняющими веществами, по которым наиболее часто фиксировались превышения ПДК, в большинстве городов, охваченных наблюдениями, явились диоксид азота, твердые частицы, твердые частицы

фракции размером менее 10 микрон ($ТЧ_{10}$). Также превышения подобного рода отмечались по оксиду углерода, фенолу, диоксиду серы и аммиаку.

Учитывая тот факт, что доля проб воздуха с превышением максимальной разовой ПДК в 2015 г. составила 0,8% и осталась на уровне, сопоставимом с таковыми показателями за период 2010-2014 гг., можно утверждать, что ситуация с загрязнением воздуха в городах и его качеством кардинальным образом не изменилась.

По количеству выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников ведущее положение занимает **Витебская область** (112 тыс. т), в числе основных отраслей промышленности которой: легкая, пищевая, перерабатывающая, производство электроэнергии и нефтепереработка, станкостроение. Крупными промышленными центрами области являются: Орша, Новополоцк, Полоцк, Поставы, Глубокое, Лепель. По расчетному показателю количества выброшенных загрязняющих веществ на одного жителя Витебская область также находится на первом месте (94 кг). Значительный вклад в показатель области вносит г. Новополоцк (57 тыс. т), лидирующий по количеству выбросов на протяжении многих лет. В области наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в Витебске, Орше, Полоцке и Новополоцке. В 2015 г. в Орше превышений ПДК загрязняющих веществ в воздухе вообще не зафиксировано, в Витебске они отмечены по трем наименованиям. Повторяемость по твердым частицам ($ТЧ_{10}$) и аммиаку составила 2 суток и диоксиду азота – 12 суток. В Новополоцке подобная повторяемость достигла 34 суток по диоксиду серы, 17 суток по диоксиду азота, 10 суток по твердым частицам и 5 суток по фенолу. В Полоцке повторяемость в 9 суток отмечена по твердым частицам, 3 суток – по диоксиду азота и 2 суток – по фенолу. Особенность Витебской области в части выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух состоит в том, что это единственный регион, в котором количество выбросов от стационарных источников превышает таковой показатель от мобильных источников.

Ведущими отраслями промышленности **Гомельской области** являются: топливная, химическая, перерабатывающая, лесная, легкая, пищевая, производство стали и металлопроката, машиностроение. Основной промышленный потенциал сосредоточен в городах Гомель, Мозырь, Жлобин, Светлогорск, Речица, Добруш. Особенности промышленности Гомельской области обусловили сравнительно высокие объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, выведя ее по данному показателю на второе место после Витебской области (99,6 тыс. т). Более 50% от общего количества выбросов приходится на Мозырский и Жлобинский регионы, в

которых сосредоточены нефтеперерабатывающие и металлургические предприятия. По расчетному показателю количества выброшенных загрязняющих веществ на одного жителя Гомельская область также находится на втором месте (70 кг). Жлобин и Гомель занимают четвертое и пятое место среди городов страны по количеству выбросов загрязняющих веществ (7,7 и 7,1 тыс. т соответственно). Среди городов области, охваченных наблюдениями, превышения ПДК загрязняющих веществ зафиксированы в Гомеле и Светлогорске. В загрязнении атмосферного воздуха г. Гомеля приоритетное значение имели такие вещества как твердые частицы (ТЧ₁₀) (повторяемость превышений ПДК составила 113 суток) и оксид углерода (45 суток). Также в течение 7 суток фиксировалось повышенное содержание оксида азота и 4 суток – твердых частиц. В г. Светлогорске в воздухе отмечались превышения допустимых концентраций по твердым частицам – 1 сутки.

По количеству выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников третье место среди регионов Беларуси занимает **Минская** область (75,9 тыс. т), в числе основных отраслей промышленности которой: химическая, пищевая, легкая, машиностроение и др. Ведущее место в области принадлежит химическому производству. Крупными промышленными центрами области являются: Жодино, Солигорск, Борисов, Слуцк, Молодечно. Значение расчетного показателя количества выброшенных загрязняющих веществ на одного жителя в 1,1 раза превышает среднее общереспубликанское (54 кг). По данному показателю Минская область находится на третьем месте наряду с Гродненской.

Значительная доля химической отрасли в структуре промышленности **Гродненской** области (наряду с пищевой) обусловили отмеченные показатели количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников (56,5 тыс. т). Сам город Гродно по количеству выбросов занимает третье место среди городов Беларуси после Новополоцка и Минска (9,7 тыс. т), что обусловлено наличием на его территории химического производства. Мониторинг атмосферного воздуха ведется в городах Гродно и Новогрудок. В 2015 г. повышенные уровни загрязнения фиксировались в единичных случаях. Так, повторяемость превышений ПДК составила в Гродно по диоксиду азота – 1 сутки.

В **Минске** показатель выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников составил 20,3 тыс. т. – второе значение среди городов страны, обусловленное, по большей части, деятельностью в сфере производства и распределения электроэнергии, газа и воды. Весьма значительную нагрузку оказывают мобильные источники выбросов

загрязняющих веществ, привнося 126,1 тыс. т загрязняющих элементов. Данное значение превышает показатели всех областей, кроме Минской (179,7 тыс. т). Загрязнение атмосферного воздуха в Минске в большей степени определено суммарными значениями оксида углерода, НМЛОС, диоксида азота и твердых частиц. Превышение ПДК зафиксировано по пяти веществам. Наиболее продолжительным оно было по твердым частицам (ТЧ₁₀) – в течение 53 суток. Меньшей повторяемостью характеризовались загрязнения по оксиду и диоксиду азота – 13 суток, оксиду углерода – 4 суток, а также твердым частицам – 3 суток.

В структуре промышленности **Брестской** области преобладают виды, которые характеризуются относительно невысокой интенсивностью воздействий на окружающую среду: легкая промышленность, пищевая промышленность, деревообработка, производство строительного камня, машиностроение. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в Брестской области являются одними из самых низких среди всех административных областей (50,3 тыс. т), количество выброшенных загрязняющих веществ в расчете на одного жителя области в 1,3 раза ниже среднего общереспубликанского значения (36 кг). Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в двух городах области – Бресте и Пинске. В 2015 г. его качество в обоих городах несколько ухудшилось относительно 2014 г. В Бресте отмечались повышенные уровни загрязнения атмосферного воздуха по таким веществам как ТЧ₁₀, оксид углерода и диоксид азота. Причем повторяемость отмеченных уровней не превысила 4-х суток. В Пинске основное значение имели твердые частицы (7 суток) и фенол (5 суток).

Промышленные предприятия **Могилевской** области специализируются на производстве лифтов, пневматических резиновых шин, тракторных прицепов и косилок, стальных труб, цемента, шифера, химических волокон и нитей. Количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников Могилевской области самое низкое среди всех регионов страны (43,8 тыс. т). По расчетному показателю количества выброшенных загрязняющих веществ на одного жителя область находится на предпоследнем месте (41 кг). Могилев занимает шестое место среди городов страны по количеству выбросов загрязняющих веществ (6,4 тыс. т). Вместе с тем число загрязняющих веществ, по которым фиксировалось превышение ПДК, наибольшее из всех охваченных наблюдением городов. Помимо Могилева мониторинг атмосферного воздуха проводился и в Бобруйске. В 2015 г. в Могилеве фиксировалось загрязнение воздуха выше ПДК по восьми веществам. Наибольшая повторяемость отмечена по фенолу – 42 суток,

твердым частицам (ТЧ₁₀) – 44 суток, диоксиду азота – 29 суток, оксиду азота – 25 суток. Несколько ниже была повторяемость загрязнения аммиаком – 21 сутки. В Бобруйске ситуация в данном отношении была более благополучная, т.к. в 2015 г. превышения ПДК здесь не отмечались.

По количеству загрязняющих веществ, по которым отмечены превышения ПДК, а также продолжительности превышений в атмосферном воздухе городов, охваченных наблюдениями, в 2015 г. наиболее неблагоприятная ситуация складывалась в Могилеве, Новополоцке, Минске и Гомеле.

Деградация почв

В трансформации природных ландшафтов все большее влияние отводится антропогенным нагрузкам. В большинстве случаев преобразования сопряжены с различными видами (формами) деградации земель (почв), приводящими к изменению их качественных характеристик.

К одним из основных процессов, приводящих к деградации земель и почв страны, относятся эрозионные. Интенсивность эрозионных процессов зависит от ряда факторов (климатические особенности, характеристики рельефа, свойства почв, наличие или отсутствие растительного покрова, хозяйственная деятельность человека и др.), которые необходимо учитывать при определении направлений использования земель, так как загрязнение земель и изменение качественных характеристик почв посредством эрозионных процессов наносят значительный экономический и экологический ущерб.

Принимая во внимание особенности структуры земельного фонда республики, формирование которой обусловлено социально-экономическими факторами, можно утверждать, что эрозионным процессам в стране в значительной степени подвержены сельскохозяйственные земли. Эрозия почв в Беларуси проявляется на 6,3% сельскохозяйственных и на 8,7% пахотных угодий. В целом для страны преобладающим является водный вид эрозии (подвержено 5,3% сельскохозяйственных земель и 7,5% пашни), но в разрезе регионов ситуация выглядит неоднозначно. Если водная эрозия в значительной степени проявляется во всех регионах страны, то ветровой эрозии (дефляции) подвержены в основном земли Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областей. Более того, ветровая эрозия в Гомельском регионе преобладает над водной.

К регионам с наиболее неблагоприятной ситуацией в плане эрозии сельскохозяйственных земель, с учетом сельскохозяйственной освоенности территории, относятся Витебская, Гродненская, Минская и Могилевская области, в которых доля эродированных земель в общей площади

сельскохозяйственных превышает в 1,2-1,3 раза среднее общереспубликанское значение. Самая благоприятная ситуация наблюдается в Гомельской области (доля таких земель в 2,5 раза ниже среднего уровня по республике). В Брестской области значение доли эродированных земель в общей площади сельскохозяйственных угодий в регионе в 1,8 раза ниже среднего для Беларуси показателя.

Кроме развития эрозионных процессов, в Беларуси отмечаются и такие негативные изменения почв сельскохозяйственных угодий, как снижение их плодородия из-за недостаточного внесения удобрений и несоблюдения необходимого их соотношения.

Спецификой земельных ресурсов Беларуси является высокая доля в их составе осушенных земель. В 2015 г. она незначительно увеличилась (на 1,9 тыс. га), составив 16,4% от территории страны. В то же время за период 2010-2015 гг. площадь осушенных земель сократилась на 1,1 тыс. га (за счет Минской области). В составе сельскохозяйственных угодий осушенные земли занимают чуть более трети площади (33,5%).

Значительный вклад в развитие процессов деградации земель (посредством их нарушения и загрязнения) вносит деятельность, связанная с разработкой месторождений, добычей и переработкой полезных ископаемых. Масштабы, степень и виды негативного влияния в разрезе регионов формируются в зависимости от особенностей распространения, залегания и мощности месторождений полезных ископаемых. Следовательно, интенсивность нагрузки определяется количеством эксплуатируемых и планируемых к вводу в эксплуатацию месторождений полезных ископаемых, а также особенностями функционирования предприятий по их добыче и переработке.

Так, к примеру, влияние на земли, связанное с добычей торфа в свое время имело общереспубликанский характер (региональные различия интенсивности определялись площадями распространения торфа), а добыча прочих топливных минеральных ресурсов (нефти, бурого угля и горючих сланцев) характерна для Гомельской и Могилевской областей.

Основное влияние выражается в просадках земель, различных видах загрязнений, изменении физических и химических свойств.

В Брестской области наглядным примером негативного влияния может служить эксплуатация карьера по добыче строительного камня «Микашевичи» (есть месторождение и в Гомельской области, но значительно меньшей мощности).

Влияние в Витебской области ярко выражено на месторождениях доломита (в основном используется месторождение «Руба» вблизи г. Витебска).

В Гомельской области значительное влияние оказывают добыча нефти, каменной соли и кремнистых пород.

В Гродненской области влияние связано с разработкой полезных ископаемых (карбонатные породы) для производства цемента и извести.

На территории Минской области наиболее значимым воздействием характеризуется добыча калийных солей на месторождениях в Солигорском районе.

В Могилевской области, также как в Гомельской и Гродненской областях, значительное влияние оказывает добыча нефти и полезных ископаемых для производства цемента.

2. Практическая часть

2.1. ПРАКТИКУМ

Тема I ДИНАМИКА И ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА БЕЛАРУСИ

1. Общие сведения о приземном слое воздуха

1.1 Термины и определения

ПДК_{сс} – предельно допустимая среднесуточная концентрация ЗВ, практически не влияющая отрицательно на живые организмы.

ПДК_{мр} – предельно допустимая максимальная разовая (не более 20 мин) концентрация.

ССК – среднесуточная концентрация вещества.

СГК (среднегодовая концентрация) – содержание примеси, определяемое как среднее значение из ССК, измеренных по полной программе контроля не менее чем за 200 суток.

ЭС (эффект суммации) – усиление вредного воздействия ЗВ, обладающих однонаправленным действием.

ЭП (эффект потенционирования) – ослабление вредного воздействия ЗВ в определенном их сочетании.

ИЗА (индекс загрязнения атмосферы) – интегральный количественный показатель содержания в воздухе ЗВ с учетом их концентрации и класса опасности.

Мониторинг – система наблюдений, контроля и управления за состоянием ОС для предупреждения о возможных нежелательных и критических ситуациях, вредных и опасных для людей и других живых существ.

УЗ – уровень загрязнения (соотношение фактической концентрации ЗВ с ПДК_{сс}).

1.2 Приземная часть атмосферного бассейна

Чистый и сухой воздух на уровне моря представляет собой механическую смесь нескольких газов: азот – 78,08%, кислород – 20,95%, аргон – 0,93%, углекислый газ – 0,03%. На долю остальных газов – неона, гелия, метана, криптона, ксенона, водорода, йода, угарного газа и оксидов азота – приходится менее 0,1%.

Загрязнение атмосферы – изменение газового состава атмосферы в результате привноса в нее примесей. Выделяют загрязнение воздуха антропогенное, обусловленное выбросами от различных отраслей хозяйственной деятельности человека, и естественное, вызванное природными процессами.

Наиболее распространенными примесями в атмосфере являются: твердые частицы (пыль или сажа, копоть), сернистый газ (SO_2), окись углерода (CO), окислы азота (NO), в последние годы – формальдегид ($HCHO$). Сернистый газ поступает в атмосферу, главным образом, при сжигании твердого и жидкого топлива, содержащих серу (каменный уголь, мазут), а окислы азота – при сжигании топлива при высоких температурах в транспортных двигателях, на тепловых электростанциях и некоторых промышленных объектах. Сжигание органического топлива приводит к поступлению в атмосферу окислов углерода (CO_2 и CO). Наличие формальдегида в атмосфере обусловлено выбросами автотранспортных средств в сочетании с высокой интенсивностью солнечной радиации.

Основными источниками выбросов ЗВ в атмосферу на территории РБ являются автотранспорт, объекты энергетики и промышленность. На долю передвижных источников загрязнения атмосферы приходится более 70%. Крупнейшими стационарными источниками загрязнения воздуха на территории Беларуси являются: Новополоцкое ПО «Нафтан», Мозырьский НПЗ, Новолукомльская ГРЭС, ПО «Беларуськалий», Гродненское ПО «Азот», Минская ТЭЦ-4, Мозырьская ТЭЦ, Минский тракторный завод, Минская станция аэрации, Белорусский цементный завод.

Постоянный мониторинг состояния атмосферного воздуха проводится в 15 городах республики. В этих городах размещены стационарные станции, на которых 3-4 раза в сутки проводится наблюдение за 24 видами ЗВ. Основной объем наблюдений относится к веществам, имеющим повсеместное распространение (пыль, диоксид серы, оксид углерода и оксиды азота). В ряде городов проводится контроль специфических ЗВ, которые присутствуют в выбросах предприятий. Во всех промышленных центрах определяется содержание формальдегида.

Величина *ПДК* зависит от степени токсичности вещества, характеризующейся классом опасности. В зависимости от степени воздействия на организм человека все нормируемые вещества подразделяются на 4 класса опасности:

1-й класс – чрезвычайно опасные, значение *ПДК_{МР}* которых в воздухе рабочей зоны не должно превышать 0,01 мг/м³;

2-й класс – высокоопасные со значением *ПДК_{МР}* от 0,01 до 0,1 мг/м³;

3-й класс – умеренно опасные со значением *ПДК_{МР}* от 0,1 мг/м³ до 1 мг/м³;

4-й класс – малоопасные со значением *ПДК_{МР}* больше 1 мг/м³.

Гигиеническая оценка загрязнения воздуха выполняется по численному значению величины *ИЗА*. Этот безразмерный показатель определяется как сумма выраженных в СГК для пяти веществ, имеющих наибольший для каждого конкретного места уровень и приведенных к классу опасности для человека сернистого газа (SO_2). Значение *ИЗА* рассчитывается по формуле:

$$ИЗА = \sum_{i=1}^5 (c_{cr_i} / ПДК_{cc_i}) \gamma_i, \quad (1)$$

где c_{cr_i} – среднегодовая концентрация i -ой примеси, мг/м³;

$ПДК_{cc_i}$ – среднесуточное $ПДК$ для i -ой примеси, мг/м³;

γ_i – коэффициент, соответствующий классу опасности вещества, принимаемый равным 1,7 – для 1-го класса, 1,3 – для 2-го класса, 1 – для 3-го класса, 0,85 – для 4-го класса.

Уровень загрязнения классифицируется согласно существующим методикам и оценивается как:

низкий – $ИЗА < 5$;

повышенный – $5 \leq ИЗА < 7$;

высокий – $7 \leq ИЗА \leq 14$;

очень высокий – $ИЗА > 14$.

1.3. Воздействие атмосферных токсикантов на человека

Чаще всего вредное влияние происходит через органы дыхания. За одни сутки в организм человека вдыхается 6-12 м³ воздуха (0,5-2 литра за 1 вздох).

Оксид углерода – CO – обладает сродством в 300 раз больше (чем кислород) к гемоглобину крови, препятствует переносу кислорода (кислородное голодание организма). При отравлении через 2-3 часа появляется головная боль, ощущение пульса в висках, головокружение. Воздействует на нервную и сердечно-сосудистую системы, вызывает удушье.

Оксиды азота – NO_x – бесцветный, не имеющий запаха ядовитый газ. В городах, взаимодействуя с углеводородами выхлопных газов, они образуют фотохимический смог. Отравляющее действие начинается с кашля, далее сильный кашель, рвота, иногда головная боль. При контакте с влажной поверхностью слизистой оболочки оксиды азота образуют кислоты HNO_3 и HNO_2 , которые приводят к отеку легких.

Диоксид серы – SO_2 – бесцветный газ с острым запахом, создает неприятный вкус во рту, раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательные пути.

Углеводороды (пары бензина, пентан, гексан и др.) обладают наркотическим действием, в малых концентрациях вызывают головную боль, головокружение и т.п.

Дисульфид углерода – CS_2 – является ядом нервного действия, вызывает психическое расстройство, наркотическую потерю сознания.

Хлор – Cl_2 – наносит урон органам зрения и дыхания.

Фториды – вымывают кальций из костей, отрицательно влияют на дыхательные пути.

1.2. Исходные данные

1. Среднегодовые концентрации ЗВ в атмосфере городов Беларуси. / Справочно-статистические материалы по состоянию окружающей среды и природоохранной деятельности в Республике Беларусь. – Минск: Изд-во Минприроды РБ, 2012 (см. приложение I).

2. Сведения о ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе. Извлечения из списка Минздрава СССР от 27.08.84 №3086-84 (см. приложение II).

3. Перечень веществ, обладающих эффектом суммации (см. приложение III).

4. Источники загрязнения воздуха (см. приложение IV).

1.3. Задание студенту

1. Изучить термины и определения

2. Привести примеры отрицательных влияний ЗВ на человека

3. Рассчитать среднегодовые уровни загрязнения атмосферы по одному из городов Беларуси (приложение I и II)

4. Построить графики колебания уровней загрязнения для каждого из контролируемых веществ.

5. Выявить варианты сочетаний веществ, обладающих эффектом суммации (приложение III) и рассчитать соответствующие УЗ

6. Рассчитать значение величин *ИЗА* по годам и представить в виде графика

7. Выявить возможные источники каждого из ЗВ (приложение IV)

8. Сделать заключение по атмосферной ситуации города.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

СРЕДНЕГОДОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗВ В АТМОСФЕРЕ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ (мг/м³)

1 БРЕСТ

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	–	0,105	0,105	0,04	0,033	0,03	0,027	0,05
Двуокись серы	0,065	0,1	0,04	0,08	0,0014	0,0013	0,004	-
Окись углерода	–	0,9	0,9	1,14	1,26	0,85	0,51	0,924
Двуокись азота	0,06	0,04	0,02	0,019	0,007	0,009	0,024	0,036
Формальдегид	–	–	0,009	0,0084	0,0082	0,0084	0,0115	0,01571
Бенз(а)пирен	–	1.10 ⁻⁵	1,6.10 ⁻⁵	–	–	-	-	–

2 ПОЛОЦК

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	0,105	0,105	0,105	0,105	0,123	0,1	0,015	0,027
Двуокись серы	0,07	0,1	0,04	0,006	0,006	0,002	0,0025	-
Окись углерода	–	0,9	2,1	0,39	0,57	0,8	1,94	0,957
Двуокись азота	0,072	0,02	0,052	0,03	0,014	0,016	0,047	0,042
Сероводород	0,0128	–	0,0008	0,01	0,008	0,01	0,013	0,063
Фенол	–	0,005	0,0021	0,0009 9	0,0007	0,0008	0,0005	0,0012 2
Аммиак	–	0,112	0,072	0,02	0,0168	0,02	0,02	0,0168 7
Формальдегид	–	0,0159	0,0078	0,0080	0,007	0,009	0,007	0,0085 4
Бенз(а)пирен	–	0,4.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁵	–	–	-	-	-

3 БОБРУЙСК

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	–	0,105	0,105	0,09	0,06	0,06	0,015	0,015
Двуокись серы	–	0,04	0,03	0,005	0,0002	0,0006	0,0005	-
Окись углерода	–	0,9	0,9	2,4	0,84	0,7	0,712	1,129
Двуокись азота	–	0,012	0,032	0,021	0,008	0,008	0,034	0,046
Фенол	–	0,003	0,0018	0,0014	0,0018	0,02	0,019	0,0311
Формальдегид	–	–	0,0108	0,0084	0,005	0,009	0,0053	0,01635
Бенз(а)пирен	–	–	–	–	–			-

4 МОГИЛЕВ

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	0,105	0,105	0,105	0,075	0,033	0,03	0,037	0,035
Двуокись серы	0,06	0,06	0,06	0,003	0,00075	0,0005	0,001	0,043
Окись углерода	–	2,1	0,9	1,59	1,17	0,8	0,879	0,479
Двуокись азота	0,032	0,061	0,052	0,045	0,31	0,03	0,052	0,456
Окись азота	–	0,018	0,0724	0,019	0,04	0,03	0,03	0,014
Сероводород	–	0,004	0,0024	0,007	0,0095	0,0055	0,008	0,016
Сероуглерод	–	0,0090	0,0020	0,005	0,004	0,005		-
Фенол	–	0,0039	0,0039	0,0042	0,003	0,003	0,002	0,00166
Метиловый спирт	–	0,3	0,1	0,1	0,065	0,065	-	-
Бенз(а)пирен	–	$0,7 \cdot 10^{-5}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$	–	–	$0,7 \cdot 10^{-5}$	$0,7 \cdot 10^{-5}$	-
Формальдегид	–	–	–	0,0177	0,005	0,005	0,0082	0,01635
Аммиак	–	–	–	–	0,03	0,03	0,027	0,02846

5 ВИТЕБСК

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	0,105	0,105	0,195	0,1	0,113	0,1	0,12	0,058
Двуокись серы	0,15	0,09	0,06	0,01	0,0014	0,001	0,001	-
Двуокись азота	0,092	0,032	0,032	0,0292	0,0092	0,01	0,032	0,037
Окись углерода	–	0,9	0,9	1,41	1,17	0,9	0,757	0,519
Фенол	–	0,0021	0,003	0,0016	0,002	0,002	0,0012	0,246
Формальдегид	–	0,015	0,0099	0,01	0,0065	0,008	0,013	0,0687
Бенз(а)пирен	–	$5 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	–	–			-
Аммиак	–	–	–	0,029	0,012	0,03	0,023	0,0289

6 ГОМЕЛЬ

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	0,105	0,105	0,105	0,0795	–	0,05	0,052	0,09
Двуокись серы	0,09	0,1	0,06	0,009	0,0012	0,0018	0,0075	-
Окись углерода	0,9	0,9	0,9	0,39	0,51	0,5	0,5	0,53
Двуокись азота	0,032	0,06	0,02	0,023	0,0032	0,008	0,002	0,027
Фенол	–	0,009	0,0039	0,003	0,0015	0,0032	0,0011	0,001
Аммиак	–	0,12	0,072	0,024	0,011	0,02	0,02	0,01407
Формальдегид	–	–	0,0081	0,0081	0,0062	0,015	0,008	0,01188
Бенз(а)пирен	–	$0,6 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	–	–	–		-

7 ОРША

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	–	0,3	0,195	0,191	0,092	0,02	0,015	0,015
Двуокись серы	0,06	0,1	0,1	0,014	0,004	0,002	0,001	-
Окись углерода	–	2,1	2,1	1,71	2,0	1,6	0,78	1,058
Двуокись азота	0,04	0,052	0,06	0,034	0,0136	0,012	0,025	0,028
Бенз(а)пирен	–	$0,3 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$					-
Формальдегид	–	–	–	0,0042	0,0074	0,008	0,002	0,01683

8 МИНСК

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	0,21	0,195	0,105	0,03	0,018	0,02	0,015	0,048
Двуокись серы	0,06	0,03	0,02	0,001	0,0005	0,001	0,001	0,0163
Окись углерода	1,8	0,9	0,9	0,9	1,14	0,8	0,414	0,43
Двуокись азота	0,032	0,02	0,032	0,048	0,015	0,014	0,034	0,035
Фенол	–	0,003	0,0009	0,00081	0,0003	$0,0002$	0,0005	$0,00055$
Хлористый водород	–	0,04	0,02	–	–			-
Аммиак	–	0,08	0,052	0,048	0,047	0,04	0,025	$0,00779$
Формальдегид	–	0,006	0,0039	0,00399	0,004	0,006	0,007	0,0057
Бенз(а)пирен	–	$0,6 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	–	–	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$

9 НОВОПОЛОЦК

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	0,09	0,105	0,105	0,1	0,082	0,05	0,015	0,032
Двуокись серы	0,09	0,05	0,03	0,005	0,0005	0,001	0,0018	0,0643
Двуокись азота	0,032	0,02	0,032	0,03	0,01	0,01	0,04	0,034
Сероводород	0,0136	0,0105	0,0008	0,01	0,008	0,0085	0,0012	0,0082
Фенол	–	0,0051	0,0009	0,00099	0,0006	0,0008	0,0006	0,00129
Аммиак	–	0,08	0,06	0,01	0,006	0,004	0,005	0,0146
Бенз(а)пирен	–	$0,4 \cdot 10^{-5}$	$0,8 \cdot 10^{-5}$	–	–			-
Окись углерода	0,9	0,9	0,9	0,99	0,51	0,6	1,5	0,602
Формальдегид	–	–	–	0,008	0,0075	0,01	0,007	0,00903

10 ПИНСК

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	–	0,105	0,105	0,06	0,16	0,12	0,05	0,067
Двуокись серы	–	0,06	0,07	0,009	0,00045	0,0005	0,0005	-
Окись углерода	–	0,9	0,9	0,9	0,66	0,5	0,49	0,584
Двуокись азота	–	0,02	0,02	0,032	0,0096	0,006	0,0018	0,026
Формальдегид	–	–	–	0,0034	0,00099	0,006	0,0011	0,02168

11 СВЕТЛОГОРСК

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	–	0,105	0,105	0,06	0,085	0,07	0,06	0,045
Двуокись серы	0,03	0,01	0,01	0,002	0,0005	0,0006	0,0006	-
Окись углерода	–	0,9	0,9	0,6	0,54	0,9	0,955	0,637
Двуокись азота	0,012	0,02	0,02	0,02	0,0052	0,009	0,039	0,031
Сероводород	0,008	0,0048	0,0008	0,002	–		-	-
Сероуглерод	0,02	0,008	0,006	0,0024	0,0092	0,002	-	-
Формальдегид	–	–	–	–	0,006	0,007	0,0082	0,0019

12 ГРОДНО

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	0,105	0,105	0,105	0,075	0,147	0,101	0,04	0,045
Двуокись серы	0,13	0,1	0,1	0,003	0,0005	0,0006	0,0002	-
Окись углерода	0,9	0,9	0,9	0,6	0,42	1,1	0,6	0,637
Двуокись азота	0,032	0,04	0,032	0,024	0,0116	0,01	0,03	0,031
Бенз(а)пирен	–	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$0,6 \cdot 10^{-5}$	–	–			-
Аммиак	–	–	–	0,056	0,017	0,015	0,014	-
Формальдегид	–	–	–	–	0,008	0,009	0,0055	0,01869

13 МОЗЫРЬ

Контролируемое вещество	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Пыль	–	–	–	–	0,196	0,06	0,066	0,038
Двуокись серы	–	–	–	–	0,0022	0,002	-	-
Окись углерода	–	–	–	–	0,6	0,4	0,43	0,468
Двуокись азота	–	–	–	–	0,008	0,0065	0,023	0,033
Формальдегид	–	–	–	–	0,0075	0,009	-	0,0081

ПРИЛОЖЕНИЕ II

ПДК ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

Вещество	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		<i>ПДК_{MP}</i>	<i>ПДК_{CC}</i>

Бенз(а)пирен	1	–	10 ⁻⁵
Хром шестивалентный	1	0,015	0,0015
Свинец и его соединения	1	–	0,0003
Ртуть металлическая	1	–	0,0003
Двуокись азота	2	0,085	0,04
Хлороводород	2	0,2	0,2
Сероводород	2	0,008	0,008
Сероуглерод	2	0,03	0,005
Серная кислота	2	0,3	0,1
Формальдегид	2	0,035	0,003
Цианистый водород	2	0,2	0,2
Диметиловый эфир	2	0,05	0,01
Медь	2	–	0,002
Никель	2	–	0,001
Фенол	2	0,01	0,003
Пыль	3	0,5	0,15
Спирт метиловый	3	1,0	0,5
Двуокись серы	3	0,5	0,05
Динил	3	0,01	0,01
Окись азота	3	0,4	0,06
Ксилол	3	0,2	0,2
Уксусная кислота	3	0,2	0,06
Цинк	3	–	0,05
Сажа	3	0,15	0,05
Окись углерода	4	5,0	3,0
Аммиак	3	0,2	0,04
Хлор	2	0,1	0,03

ПРИЛОЖЕНИЕ III

ПЕРЕЧЕНЬ ВЕЩЕСТВ, ОБЛАДАЮЩИХ ЭФФЕКТОМ СУММАЦИИ

1. Ацетон, акролеин, фталевый ангидрид
2. Ацетон, фенол
3. Ацетон и ацетофенон
4. Ацетон, фурфурол, формальдегид и фенол
5. Ацетальдегид и винилацетат
6. Аэрозоли – оксид ванадия и оксид марганца
7. Аэрозоли – оксид ванадия и оксид серы
8. Аэрозоли – оксид ванадия и оксид хрома
9. Бензол и ацетофенон
10. Валериановая, капроновая и масляная кислоты
11. Вольфрамный и сернистый ангидрид
12. Гексахлоран и фазолон
13. 2,3-Дихлор, 1,4-нафтахинон
14. 1,2-Дихлорпропан, 1,2,3-трихлорпропан и тетрахлорэтилен
15. Изопропилбензол и гидроперекись изопропилбензола
16. Изобутилкарбинол и диметилвинилкарбинол

17. Метилгидропиран и метилентетрагидропиран
18. Триоксид димышьяка и свинца ацетат
19. Триоксид димышьяка и германий
20. Озон, диоксид азота и формальдегид
21. Оксид углерода, диоксид азота, формальдегид, гексан
22. Диоксид серы и никель металлический
23. Диоксид серы и сероводород
24. Диоксид серы и диоксид азота
25. Диоксид серы, оксид углерода, фенол и пыль конверторного производства
26. Диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и фенол
27. Диоксид серы и фенол
28. Диоксид серы и фтороводород
29. Оксид и диоксид серы, аммиак и оксид азота
30. Сероводород и динил
31. Сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная)
32. Углерода оксид и пыль цементного производства
33. Уксусная кислота и уксусный альдегид
34. Фенол и ацетофенон
35. Фурфурол, метиловый и этиловый спирты
36. Циклогексан и бензол
37. Этилен, пропилен, бутилен и амилен

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

- 1 Автотранспорт (окись углерода, углеводороды, двуокись азота, сажа, сернистый газ, свинец, бенз(а)пирен, формальдегид)
- 2 ТЭЦ (окислы серы, окислы азота, сажа, твердые частицы)
- 3 Промышленные предприятия
 - 3.1. Черная металлургия (пыль, окись углерода, окислы азота, окислы серы, фенол, формальдегид)
 - 3.2. Промышленность строительных материалов (пыль, окись углерода, окислы азота, окислы серы, фенол)
 - 3.3. Нефтеперерабатывающая промышленность (углеводороды, соединения серы, угарный газ (CO), сероводород)
 - 3.4. Химическая (сероуглерод, сероводород, меркаптаны (дурнопахнущие органические вещества), окислы азота, соединения фтора, фосфора, аммиак)
 - 3.5. Литейное производство (окись углерода, окислы азота, фенол, формальдегид)

- 3.6. Гальваническое производство (аэрозоли кислот, щелочей, цианистые соединения)
- 3.7. Лакокрасочное производство (ацетон и другие растворители)

Тема II

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ

1. Термины и определения

$PДК_{MP}$, $PДК_{CC}$, $ЗВ$, $ОС$, $УЗ$ – см. п. 1.1 темы 1

$PДВ$ – предельно допустимый выброс – научно-технический норматив, устанавливаемый из условия, что содержание $ЗВ$ в приземном слое воздуха (на высоте 1,5-2 м от поверхности земли) от рассматриваемого источника не превысит $PДК$ для населения, животных и растений.

2. Формирование концентраций $ЗВ$

При проектировании новых и реконструкции действующих промышленных предприятий необходимо заранее рассчитать ожидаемое количество и состав выбросов. На базе выполненных расчетов следует прогнозировать вероятный уровень загрязнения атмосферного воздуха и разрабатывать возможные природоохранные мероприятия. Ожидаемое количество выбросов определяют расчетным путем по укрупненным удельным показателям.

Разработка и внедрение $PДВ$ на практике способствует ограничению попадания вредных веществ в атмосферу.

На рассеивание $ЗВ$ в атмосфере влияют:

- направление ветра;
- скорость ветра;
- температура атмосферного воздуха;
- температурная стратификация атмосферы.

Приземная концентрация загрязняющих веществ зависит от:

- состава образующейся пылегазовоздушной смеси;
- параметров источника выброса;
- интенсивности выброса;
- температуры выброса;
- эффективности пылеулавливания;
- аэродинамических условий.

Максимальную приземную концентрацию $ЗВ$ в приземном слое C_{max} , мг/м³, от одиночного точечного источника выброса круглого сечения рассчитывают по формуле:

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

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации в атмосфере и характеризующий условия перемешивания примесей (для Беларуси $A=140$);

M – интенсивность выброса, мг/с;
 H – высота источника выброса, м;
 F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания частиц из атмосферы и применяемый:

- $F=1$ (для газообразных веществ);
- $F=2$ (для минеральных частиц при степени очистки более 90%);
- $F=2,5$ (то же при степени очистки от 75 до 90%);
- $F=3$ (то же при степени очистки менее 75%).

η – коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности на рассеивание примесей ($\eta=1$ для ровных поверхностей, $\eta<1$ – для местности с препятствиями);

m – коэффициент, учитывающий условия выхода нагретой смеси газов

$$m = \left(0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}\right)^{-1}, \quad (2)$$

$$f = 1000 \cdot \frac{U_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (3)$$

U_0 – скорость выхода нагретой смеси газов, м/с;

D – диаметр сечения источника выброса, м;

n – коэффициент, учитывающий скорость ветра U_m (см. приложение 2)

$$\begin{aligned} \text{при } U_m > 2 \text{ м/с} & \quad n=1; \\ 0,5 < U_m \leq 2 \text{ м/с} & \quad n = 0,532U_m^2 - 2,13U_m + 3,13; \\ U_m \leq 0,5 \text{ м/с} & \quad n=4,4 U_m; \end{aligned}$$

V_1 – объем выбрасываемой нагретой смеси газов

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot U_0}{4}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (4)$$

ΔT – разность температур нагретой смеси и атмосферного воздуха, °С;
 Максимальное расстояние X_{max} , м, от точечного источника выброса до точки с C_{max} рассчитывается по формуле:

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

где d – безразмерный эмпирический коэффициент влияния скорости ветра который определяется в зависимости от параметра U_m .

$$\begin{aligned} d &= 2,48U_m (1 + 0,28\sqrt[3]{f}) & \text{при } U_m \leq 0,5 \text{ м/с;} \\ d &= 4,95U_m (1 + 0,28\sqrt[3]{f}) & \text{при } 0,5 < U_m < 2 \text{ м/с;} \\ d &= 7\sqrt{U_m} (1 + 0,28\sqrt[3]{f}) & \text{при } U_m > 2 \text{ м/с.} \end{aligned}$$

Опасность отсутствует, если на расстоянии X_{max} соблюдается условие неперевышения уровня загрязнения

$$УЗ = \frac{C_{max}}{ПДК_{MP}} \leq 1,$$

$$ПДК_{MP}^{SO_2} = 0,5 \text{ мг/м}^3$$

$$ПДК_{MP}^{NO_x} = 0,085 \text{ мг/м}^3$$

$$ПДК_{MP}^{зола} \leq 0,5 \text{ мг/м}^3.$$

При оценке опасности загрязнения атмосферы оксидами SO_2 и NO_x следует учитывать однонаправленное действие этих веществ (т.н. "эффект суммации"), т.е.

$$УЗ = \frac{C_{max SO_2}}{ПДК_{SO_2}} + \frac{C_{max NO_x}}{ПДК_{NO_x}} \leq 1.$$

В случае превышения норм (т.е. $УЗ > 1$) следует, по формуле (1) рассчитать ПДВ, при котором не будет превышения уровня загрязнения.

3. Определение значения величины ПДВ

Расчет ПДВ для данного вида вещества базируется на определении значения величины выброса $M_в$ при $C_{max} = ПДК_{MP}$

$$M_в = \frac{C_{max} H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{AFmn\eta}, \text{ мг/с.} \quad (6)$$

При окончательном расчете ПДВ необходимо учесть фоновую концентрацию веществ C_ϕ и эффект суммации

$$ПДВ = \frac{(C - C_\phi) H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{AFmn\eta}, \text{ мг/с,} \quad (7)$$

где $C_{\phi, SO_2} = 0,001 \text{ мг/м}^3$;

$C_{\phi, NO_x} = 0,015 \text{ мг/м}^3$;

$C_{\phi, зола} = 0,018 \text{ мг/м}^3$.

4. Задание студенту

- 4.1. По одному из вариантов приложения I рассчитать значения величин C_{max} и X_{max} .
- 4.2. Оценить уровень загрязнения приземного слоя воздуха для каждого из веществ.
- 4.3. Определить допустимую мощность выброса $M_в$.
- 4.4. Результат расчетов представить в табличной форме:

Вещество	C_{max} , мг/м ³	X_{max} , м	УЗ	ПДВ, мг/с
Окислы серы				
Окислы азота				
Зола				

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПАРАМЕТРЫ ВЫБРОСА НАГРЕТОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

№ вар.	M_{SO_2} , мг/с	M_{NO_x} , мг/с	$M_{зола}$, мг/с	H , м	D , м	U_0 , м/с	T_0 , °С	T_a , °С	Степень очистки, %	Характеристика ветра
1	6,0	5,9	63	28	1,0	12,0	160	20	90	Тихий
2	8,0	5,2	42	30	1,4	8,0	125	12	75	Очень крепкий
3	10,0	3,8	14,5	25	1,0	12,5	100	19	76	Легкий
4	30,0	4,2	69,3	28	1,5	15	80	15	78	Слабый
5	25,0	1,5	15	18	0,7	16	90	+10	77	Крепкий
6	15	4,3	14,2	15	0,8	21	130	-5	74	Свежий
7	12	4,2	17	28	1,0	12	160	20	70	Сильный
8	15	7,8	19,2	32	1,5	9	125	25	80	Умеренный
9	42,0	6,2	14,1	20	1,2	10	135	-15	85	Тихий
10	19,5	4,3	26,5	24	1,5	14	215	+25	89	Умеренный
11	18	2,0	34,5	25	1,7	10	220	+20	84	Легкий
12	7	2,2	44,5	30	1,5	9	180	30	79	Сильный
13	15,4	2	18,9	23	1,2	14	175	-5	80	Очень крепкий
14	16	2,8	14,1	18	1,0	6	170	0	85	Свежий
15	8,0	3,5	27,5	19	1,0	11	200	12	90	Крепкий
16	21	6,6	34,8	35	1,5	19	210	14	92	Легкий
17	32	7,4	52,1	30	1,5	14	190	-20	91	Слабый
18	29	4,2	58,4	40	2,0	9	145	19	89	Тихий
19	15	5,6	62,1	38	1,8	8	140	15	85	Сильный
20	14	9,8	63,2	24	1,5	10	155	-5	75	Умеренный
21	13	5,4	50,0	19	1,0	13	180	-10	76	Очень крепкий
22	8	3,2	42,2	20	1,0	12	165	18	80	Свежий
23	7	6,4	24,0	30	1,4	15	160	20	77	Крепкий

где M – интенсивность выброса, мг/с;

H – высота источника, м;

D – диаметр выходного поперечного сечения трубы, м;

U_0 – скорость выхода газозвушной смеси из источника выброса, м/с;

T_0 – температура выброса, °С;

T_a – температура атмосферного воздуха, °С.

ПРИЛОЖЕНИЕ II

БАЛЛЫ ШКАЛЫ БОФОРТА И ДЕЙСТВИЕ ВЕТРА

Баллы Бофорта	Скорость ветра, U_m , м/с	Характеристика ветра	Действие ветра
0	0	Штиль	Отсутствие ветра. Дым из труб поднимается отвесно
1	0,9	Тихий	Дым из труб поднимается не совсем отвесно
2	2,4	Легкий	Движение ветра ощущается лицом. Шелестят листья
3	4,4	Слабый	Колеблются листья и мелкие сучья. Развеваются легкие флаги
4	6,7	Умеренный	Колеблются тонкие ветки деревьев. Ветер поднимает пыль и клочки бумаги
5	9,3	Свежий	Колеблются большие сучья. На воде появляются волны
6	12,3	Сильный	Колеблются большие ветки. Гудят телефонные провода
7	15,6	Крепкий	Качаются стволы небольших деревьев. На море поднимаются пенящиеся волны
8	18,9	Очень крепкий	Ломаются ветки деревьев. Трудно идти против ветра
9	22,6	Шторм	Небольшие разрушения. Срываются дымовые трубы и черепица
10	26,4	Сильный шторм	Значительные разрушения. Деревья вырываются с корнем
11	30,5	Жесткий шторм	Большие разрушения
12	34,8		
13	39,2		
14	43,8		
15	48,6	Ураган	Опустошительные разрушения
16	53,5		
17	58,6		

Тема III

ШУМОВОЙ РЕЖИМ ТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ, ТЕРРИТОРИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ.

1. Общие сведения о шуме

1.1. Термины и определения

Звук – распространяющиеся в упругой среде и воспринимающиеся слухом (ухом) возмущения в виде колебаний и волн (в воздухе – воздушный шум, в жидкости или твердом теле – структурный звук).

Порог слышимости – воспринимаемое незащищенным человеческим ухом давление $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па (человеческое ухо слышит звук на частоте 1 кГц в динамическом диапазоне от p_0 до $p = 20$ Па).

Полное давление p_i – создавшееся в реальных условиях в рассматриваемой области давление (скалярная величина, зависящая от времени t и координаты r).

Звуковое давление p – это переменное изменение статического давления воздуха, измеряемое в паскалях ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$)

$$p = p_i - p_0. \quad (1)$$

Звуковой луч – направление распространения звуковой волны.

Фронт волны – геометрическое место точек, в которых фаза колебаний имеет одно и то же значение.

Звуковое поле – область пространства, в которой распространяются звуковые волны.

Частота колебаний f – величина, обратная периоду колебаний, измеряемая в герцах

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}, \text{ Гц} \quad (2)$$

ω – круговая частота, рад/с.

Резонанс – явление, при котором имеет место совпадение частот колебаний вынужденных f и свободных f_0 .

Затухающие колебания – свободные колебания с убывающей (затухающей) энергией.

Инfrasound – колебания или волны с частотой, менее нижней граничной частоты восприятия уха человека (менее 16 Гц).

Ультразвук – колебания или волны с частотой больше верхней граничной частоты восприятия уха человека (больше 20 кГц).

Шум – звук, нарушающий тишину, постоянно присутствующий или мешающий слуховому восприятию, приводящий к напряженности или нарушению здоровья (нежелательный, неприятный).

Шум окружающей среды – звук, который обычен для определенного места (цех, квартира, улица).

Уровень звукового давления (УЗД) – параметр практической оценки шума L , дБ (децибел)

$$L = 10 \lg(p_i^2 / p_0^2) = 20 \lg(p_i / p_0). \quad (3)$$

Уровень звуковой мощности (УЗМ) – параметр практической оценки звука, L_p , дБ

$$L_p = 10 \lg(N_i / N_0), \quad (4)$$

N_i – звуковая мощность источника, принимаемая по паспортным данным, Вт;

N_0 – пороговая звуковая мощность, $N_0 = 2 \cdot 10^{-12}$ Вт.

Уровень звука – общий уровень непостоянного во времени звукового давления, L_A , дБА (определяется шумомером на кривой частотной коррекции А).

Суммарный (эквивалентный) уровень звука $L_{A_{экв}}$, дБА – уровень стабильного широкополосного неимпульсного шума.

1.2. Источники и нормирование шума

Цель гигиенического нормирования – профилактика возможных функциональных расстройств и заболеваний, развития чрезмерного утомления и снижения трудоспособности населения. Степень шумозащищенности определяется нормами допустимого шума для территории или помещения данного значения.

Нормируемыми параметрами постоянного шума в расчетных точках следует считать уровни звукового давления L в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Нормируемыми параметрами колеблющегося во времени шума в расчетных точках следует считать эквивалентные (по энергии) уровни звука $L_{A_{экв}}$ в дБА.

Нормируемыми параметрами прерывистого и импульсного шума в расчетных точках следует считать эквивалентные (по энергии) уровни звукового давления $L_{экв}$ в дБ в октавных полосах, что и для L .

Допустимые значения величин L ($L_{экв}$) в октавных полосах частот в зависимости от вида помещений и территорий находятся в пределах 13-79

дБ, а L_A и $L_{Aэкв}$ – в пределах 25-60 дБА (55 дБА для жилой застройки) и принимаются в соответствии с таблицей 1 СНиП II-12-77 «Защита от шума».

Октавные уровни величины L в дБ в расчетных точках, если источник расположен на территории застройки, следует определять по формуле

$$L = L_p - 15 \lg r + 10 \lg \Phi - \frac{\beta_a \cdot r}{1000} - 10 \lg \Omega, \quad (5)$$

где L, L_p – см. п. 1.1;

r – расстояние от источника шума до расчетной точки, м;

Φ – фактор направленности источника шума ($\Phi=1$ при равномерном излучении звука);

β_a – затухание звука в атмосфере,

Частоты октавных полос	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
β_a , дБ/км	0	0,7	1,5	3	6	12	24	48

Ω – пространственный угол излучения звука, $\Omega=4\pi$ в пространстве; $\Omega=2\pi$ на поверхности территории или ограждающих конструкций зданий и сооружений).

1.3. Принципы защиты застройки от шума

К комплексу градостроительных мероприятий строительно-акустических средств снижения шума относятся:

- зонирование территорий;
- экранирование;
- зеленые насаждения;
- шумозащитные окна;
- шумозащитные здания.

Функциональное зонирование заключается в отделении селитебных, лечебных и рекреационных районов от промышленных и коммунально-складских, а также транспортных коммуникаций. Это достигается обеспечением:

- соблюдения минимальных расстояний между границами зон;
- временем действия определенных уровней звука (в ночное и дневное время);
- различных допускаемых уровней звука.

Шумозащитные здания (выделяют два типа):

- дома со специальной объемно-планировочной структурой и объемно-пространственными решениями (не более одной комнаты со стороны улицы);

- окна и балконные двери имеют повышенную звукоизоляцию и снабжены специальными вентиляционными устройствами, совмещенными с глушителями шума.

Комплекс вышеупомянутых мероприятий реализуется экологической архитектурой, охватывающей направления:

- ландшафтное;
- эстетическое;
- выделение зон (селитебных, рекреационных, санитарно-защитных, промышленных, внешнего транзита, коммунально-складских).

1.4. Оценка шумового режима

Шумовой фон районов застройки формирует, главным образом, городской транспорт. Шумы оценивают параметрами $L_{Aэкв}$ (см. п. 1.1). Величину этого показателя замеряют шумомерами и фильтрами. Однако такие замеры отражают состояние на момент измерений, а не стабильное значение уровня звука $L_{Aэкв}$. Для определения значения величины $L_{Aэкв}$ проводят натурное обследование транспортной магистрали и территории, включающее в себя параметры:

- размеры проходящих потоков;
- скорость автомобильного потока;
- расстояние от автодороги до конструкций зданий и сооружений;
- наличие экранирующих устройств (забор, киоск, строение, земляной вал, вертикальные щиты и др.) и их параметры;
- ширина улицы между фасадами зданий;
- вид покрытия проезжей части;
- наличие уклона дороги.

2. Экспериментальная часть

2.1. Натурное обследование территории

На обочине транспортной магистрали располагаются наблюдатели, которые фиксируют параметры движения в «часы пик». Результаты полученных данных сводят в форму таблиц.

2.1.1. Схема движения в изучаемом узле

(табл. 1, 2)

Место обследования _____
адрес

Ситуация при обследовании _____
дата, время суток, погода

Учетчик _____
Ф.И.О., группа

Таблица 1

Интервалы времени обследования	Размеры проходящих потоков			
	автомобили		автобусы	троллейбусы
	легковые	грузовые		

По данным таблицы 1 устанавливают плотность потока N – количество единиц в 1 час (интенсивность движения) и P – процент содержания в потоке грузового и общественного транспорта.

Скорости автомобильного потока

Таблица 2

Расстояние	Время, сек	Вид транспорта	Скорость, км/ч
		троллейбус	
		автобус	
		автомобиль легковой	
		автомобиль грузовой	

По данным таблицы 2 устанавливают значение величины средневзвешенной скорости V в км/час.

2.1.2. Вид покрытия проезжей части

_____ (асфальтобетон, цементобетон, гравий, песок, связный грунт)

2.1.3. Расстояния от автомагистрали до фасадной стороны здания, м

Всего _____

в том числе: асфальтовое покрытие _____

газон _____

зеленые насаждения _____

открытый грунт _____

2.1.4. Экранирующие элементы и их расположение

(h – высота, м; a – расстояние от РТ; b – расстояние до фасада здания, м)

Забор _____
Киоск _____
Строение _____
Земляной вал _____
Вертикальные щиты _____

2.1.5. Ширина улицы между фасадами зданий, м

2.1.6. Наличие уклона дороги (%)

3. Расчет уровня шума, создаваемого транспортной магистралью

3.1. Графический расчет

На практике используют графоаналитический метод расчета уровня звука (специальная номограмма ЦНИИП градостроительства). По натурному обследованию территории и потоков транспорта прилегающей магистрали выявляют исходные данные N , P и V (см. п. 2.1.1).

Эквивалентные уровни звука в РТ определяют по номограмме, приведенной на рис. 1.

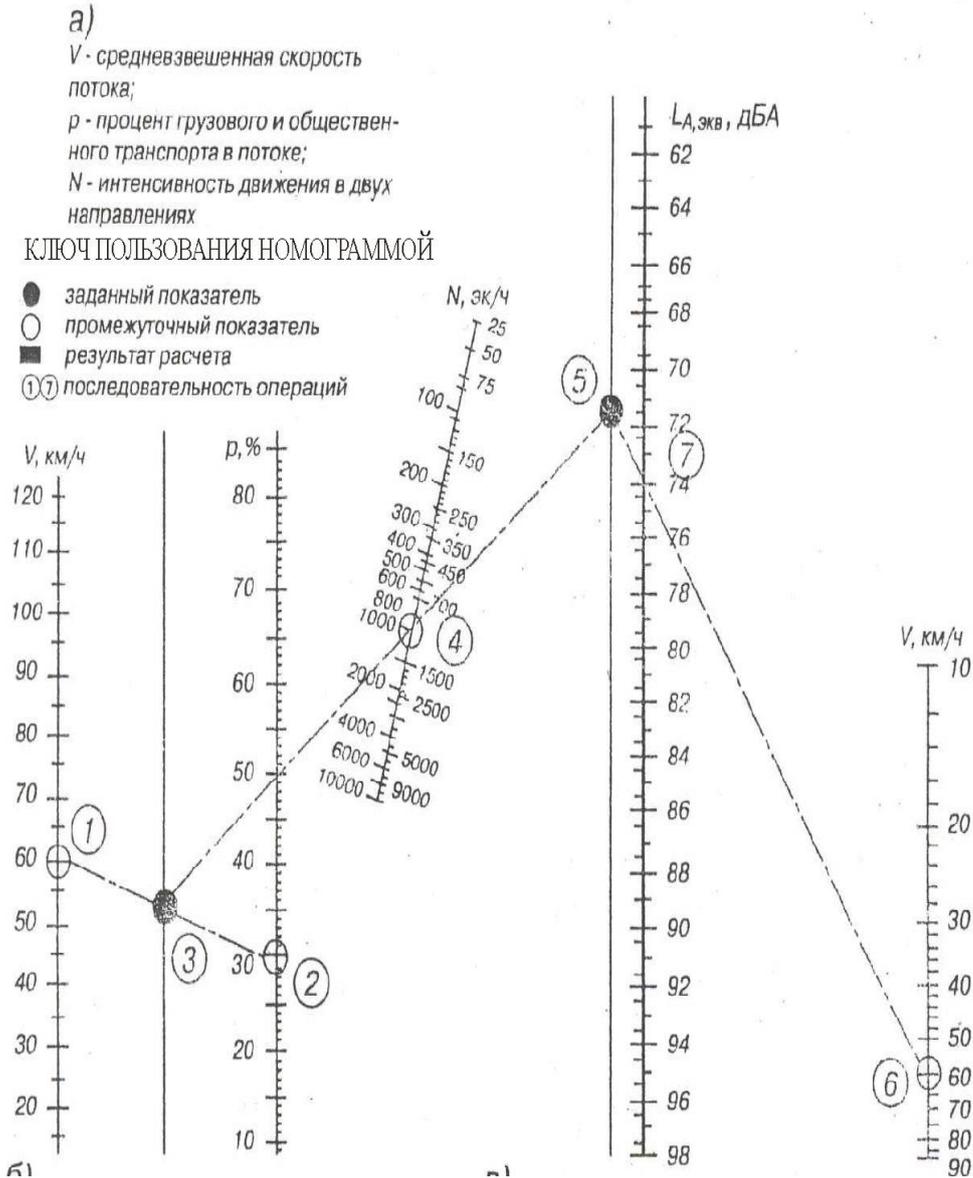


Рис.1. Номограмма для определения $L_{Aэкв}$

В номограмме величина $L_{Aэкв}$ поставлена в зависимости от сочетания парных значений. Вначале от скорости движения V , км/час, и процента содержания в потоке грузового и общественного транспорта P , % (см. шкалы в левой части рисунка), а затем от плотности потока N и его скорости V (правая часть графика).

3.2. Аналитический расчет

Значение величины $L_{экв}$ в РТ рассчитывают по формуле:

$$L_{Aэкв} = 10 \lg N + 13,3 \lg V + 4 \lg(1 + P) + \Delta L_{A_1} + \Delta L_{A_2} + 15, \text{ дБа}, \quad (6)$$

где ΔL_{A_1} – поправка, учитывающая вид покрытия проезжей части улицы или дороги, дБа (при асфальтобетонном покрытии $\Delta L_{A_1} = 0$, при цементобетонном – 3 дБа);

ΔL_{A_2} – поправка, учитывающая продольный уклон улицы или дороги, определяемая по таблице 3.

Таблица 3

Продольный уклон улицы или дороги, %	ΔL_{A_2} , дБА				
	При доле средств грузового и общественного транспортного потока, %				
	0	5	20	40	100
2	0,5	1	1	1,5	1,5
4	1	1,5	2,5	2,5	3
6	1	2,5	3,5	4	5
8	1,5	3,5	4,5	5,5	6,5
10	2	4,5	6	7	8

3.3. Расчет эквивалентного уровня шума, создаваемого трамваями

Натурное обследование территории выполняется согласно п. 2.1.

Эквивалентный уровень $L_{A_{экв}}$ определяется по формуле

$$L_{A_{экв.тр}} = 10 \lg N + \Delta L_{A_3} + 51, \text{ дБА}$$

где N – интенсивность движения трамваев, пар/час;

ΔL_{A_3} – поправка, учитывающая влияние основания пути и определяемая по таблице 4.

Таблица 4

Основание пути	ΔL_{A_3} , дБА
Шпально-песчаное	0
Шпально-щебеночное	+4
Шпально-щебеночное на монолитной плите	+1
Монолитно-бетонное	+10

3.4. Расчет уровня шума, создаваемого транспортной магистралью

Расчет эквивалентного уровня шума от всех видов транспорта в РТ выполняется по формуле:

$$L_{A_{экв}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{A_i_{экв}}} \right), \text{ дБА.} \quad (7)$$

4. Расчет $L_{A_{экв}}$ на территории жилой застройки

Эквивалентный уровень звука, $L_{A_{экв}}$, создаваемый транспортом у фасада здания, определяется по формуле:

$$L_{A_{экв.тер.}} = L_{A_{экв}} - \Delta L_{A_4} + \Delta L_{A_5}, \text{ дБА}, \quad (8)$$

где ΔL_{A_4} – снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси полосы движения транспорта до расчетной точки и от вида поверхности на этом участке

$$\Delta L_{A_4} = x_1 + x_2 + x_3 + x_4, \quad (9)$$

где x_1 – снижение уровня шума под влиянием открытого грунта;

x_2 – снижение уровня шума под влиянием газона;

x_3 – снижение уровня шума под влиянием зеленых насаждений;

x_4 – снижение уровня шума под влиянием экранирующих устройств.

Снижение уровня шума (x_1, x_2, x_3) в зависимости от вида поверхности рассчитывается по формуле:

$$x_i = k_i \cdot x, \quad (10)$$

где k_i – коэффициент поглощения шума, составляющий: для асфальта – 0,9; для открытого грунта – 1; для газона – 1,1; для зеленых насаждений из двух рядов деревьев шириной 6 м – 1,2; для той же полосы с сомкнутыми кронами с подлеском и кустарником – 1,5.

x – снижение уровня шума в результате сферического характера распространения волн

$$x = 10 \lg \frac{r}{7,5}, \text{ дБА}, \quad (11)$$

где r – ширина i -го покрытия, м;

x_4 – снижение шума экранирующими устройствами, определяется по таблице 5.

Таблица 5

Снижение шума за счет экранирующего устройства

Эмпирический параметр W	Снижение уровня шума x_3 , дБ	Эмпирический параметр W	Снижение уровня шума x_3 , дБ
1,0	14	3,0	23
1,5	17	3,5	24
2,0	19	4,0	25
2,5	22		

$$W = \frac{1,414 \cdot h}{\sqrt{\lambda}} \cdot \sqrt{\frac{a+b}{a \cdot b}}, \quad (12)$$

где λ – длина волны, м (при 500 Гц $\lambda = 0,68$ м);

h – высота экрана, м (здание, сплошной забор и другие сооружения);
 a – расстояние от источника шума до экрана, м;
 b – расстояние от экрана до исследуемой точки, м;
 ΔL_{A_5} – поправка, учитывающая влияние отраженного звука, определяемая по таблице 6 в зависимости от отношения $h_{p.m.}/B=12/B$ (на высоте третьего этажа);
 B – ширина улицы между фасадами зданий, м.

Таблица 6

Тип застройки	Односторонняя	Двусторонняя				
		отношение $h_{p.m.}/B$				
		0,05	0,25	0,4	0,55	0,7
ΔL_{A_5} , дБА	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

5. Шумовой режим помещений

При определении влияния транспорта на шумовой режим помещений учитывается наиболее слабое место ограждающих конструкций – оконные блоки. Проникая через эти элементы зданий, воздушный шум ослабевает. Используя данные таблицы 7 можно рассчитать снижение уровня звука.

Таблица 7

Тип заполнения оконного проема	Конструкция окна		Снижение уровня звука, дБА		
	толщина стекла, мм	воздушный промежуток между стеклами, см	притворы без прокладок	притворы с уплотняющими прокладками	глухое остекление
Открытое окно	–	–	5	–	–
Открытая форточка	–	–	10	–	–
Одинарный переплет	1,5–2	–	20	20	22
	4–5	–	21	23	26
	6–8	–	24	27	29
Спаренный переплет	1,5–2	3–5	21	22	24
	4–5	3–5	23	25	27
	6–8	3–5	25	28	30
Двойной переплет	1,5–2	10–12	31	36	38
		20–25	34	39	41
	4–5	10–12	35	40	43
		20–25	38	44	46
	6–8	10–12	37	42	45
	20–25	40	46	48	

Рекомендуемые допускаемые уровни шума для видов трудовой деятельности представлены в таблице 8.

Таблица 8

Вид трудовой деятельности	Степень напряженности	Рекомендуемые уровни, дБА
Выработка концепций, новых программ; творчество, преподавание	IV	40
Руководство производством	IV	50
Умственная работа, требующая сосредоточенности	III	55
Умственная работа с оперативными и управленческими функциями	III	60
Умственная операторская работа по точному графику и инструкциям	II	65
Физическая работа, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем	II	80

6. Задание студенту

1. Изучить терминологию и определения.
2. Ознакомиться с методикой проведения натуральных наблюдений и обмеров.
3. Изучить расчетные формулы и определяемые по ним параметры.
4. Выполнить натурные исследования на транспортных магистралях.
5. Рассчитать уровни шума на автомагистрали, у фасада здания и в помещениях.
6. Сделать анализ шумовой ситуации с выводами и рекомендациями.

Тема IV

ПОЛИГОНЫ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

1. Общие сведения

1.1 Термины и определения

ОС, ПДК_{МР}, ПДК_{СС} – см. п. 1.1 темы 1

Отходы – мусор бытовой и строительный, отбросы учреждений питания, торговли, промышленности

ТБО – твердые бытовые отходы

МСЗ – мусоросжигающий завод

МПЗ – мусороперерабатывающий завод

СЗЗ – санитарно-защитная зона

1.2. Обращение с отходами

Действующая на протяжении всей человеческой истории линейная схема: добыча – переработка (производство) – употребление – пополнение отходов – становится все менее приемлемой. Под отходы отчуждаются пахотные земли, а, главное, из-за них все более ухудшается состояние нашей среды обитания. Известны следующие подходы к ТБО:

- стихийное складирование на открытых свалках (необорудованные, «дикие»);
- организованные свалки (формирование больших объемов без утилизации газов и стока);
- полигоны ТБО с утилизацией биогаза (анаэробная деструкция органики с выделением метана);
- компостирование (биохимический процесс обезвоживания);
- глубокое прессование твердого компонента в кипы при давлении до 80 МПа (на Минском МПЗ – это кубы, объем 0,7 м³ и массой 700 кг при сокращении объема в 20 раз);
- пиролиз (нагрев и сжигание при $t=600-800^{\circ}\text{C}$ высокотоксичных отходов сельхозхимии, фармацевтических производств, после ухода за больными и т.п.).

1.3. Рисайклинг как система сбора и переработки ТБО

Рисайклингом называют рационализированную систему сбора и переработки компонентов ТБО в продукты, имеющие потребительскую стоимость. Он начинается с отдельного сбора и идентификации отходов,

пригодных для повторной переработки. Затем следует сортировка по типу сырья. Пищевые отходы, древесина, листва – все, что способно перегнивать, идет на компостирование. Рисайклинг по сравнению с устранением экономически целесообразен до тех пор, пока сумма прибыли от вторсырья и затрат на устранение является более высокой, чем затраты на рисайклинг. Технические границы рисайклинга обусловлены тем, что пока не для каждого случая существуют подходящие системы идентификации, сортировки и переработки. Расчеты вариантов с рисайклингом по стеклу, пластику, бумаге и картону, а также данные зарубежного опыта однозначно свидетельствуют, что переработка этих компонентов ТБО способна приносить прибыль.

Затраты на организацию сбора и переработку мусора несопоставимы с затратами на печь сжигания и сопутствующие ей системы очистки-нейтрализации. Для большинства видов горючих ТБО рисайклинг является более энергосберегающим методом переработки, нежели сжигание на МСЗ, даже при условии выработки электроэнергии и тепла. В 40-х годах прошлого столетия Западная Европа начала возводить МСЗ и активно строила их до 80-х годов. Но затем стали ужасаться содеянному и решили переосмыслить стратегию в обращении с ТБО и перейти от чисто затратных методов к экономическим, рисайклинговым. Метод полного сжигания ТБО неэкологичен, чрезвычайно дорог и неэкономичен, находится вне современных тенденций. Доля сжигаемых ТБО составляет в США 16%, в Канаде – 9%, в Германии – 35%, в Великобритании – 1%, во Франции – 42%, в Италии – 18%, в Японии – 75%.

Запустить рисайклинг вполне может легкий на подъем частный бизнес, но для этого необходимы корректировки нормативно-правовой основы обращения с отходами и минимальная поддержка государства. Необходимо разработать и законодательную базу поощрения предприятий, занимающихся сбором и вторичной переработкой компонентов ТБО. Опыт Германии: пошлина на загрязнителей ОС и доход от лицензирования экологичной продукции, маркированной «зеленой точкой», в качестве дотации поступают переработчикам ТБО.

1.4. Устройство и возведение полигона ТБО

Полигоны захоронения ТБО являются специальными природоохранными сооружениями, предназначенными для сбора и обезвреживания отходов. Они также должны обеспечивать высокую степень экологической безопасности для ОС. На полигонах ТБО утилизируются отходы от служб коммунального хозяйства, предприятий торговли, питания, некоторые виды промышленных отходов, не обладающие токсичными или радиоактивными свойствами, а также строительный и уличный мусор.

В состав сооружений полигона ТБО входят чаша и курган. Чаша представляет собой выемку с изолирующим экраном для защиты грунтовой среды от фильтратной жидкости. Глубина выемки H_1 и высота кургана H_2 рассчитываются исходя из предполагаемого объема накопления отходов в течении 15-25 лет. Ориентировочные значения величин площади участка складирования, га, на расчетный период 15 лет приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Количество проживающих, тыс.чел.	Высота складирования отходов, м					
	12	20	25	35	45	60
50	6,5	4,5-5,5	–	–	–	–
100	12,5	8,5	6,5-7,5	–	–	–
250	31,0	21,0	16,0	11,5	–	–
500	61,0	41,0	31,0	23,0	16,5-20	–
750	91,0	61,0	46,0	34,0	26,0	–
1000	121,0	81,0	61,0	45,0	35,0	27,0-31,0

Высота откоса H_1 при устройстве строительного котлована под будущую чашу определяется по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения для заданного коэффициента устойчивости η (формула проф. Г.И. Тер-Степаняна – проф. М.Н. Гольдштейна)

$$\eta = f \cdot A + \left[\frac{c}{\gamma H_1} \right] B, \quad (1)$$

где f – коэффициент внутреннего трения, $f = \operatorname{tg} \varphi$;

φ – угол внутреннего трения грунта основания, град;

c – удельное сцепление, кПа;

γ – собственный вес грунта, кН/м³;

A и B – коэффициенты, зависящие от геометрических размеров сползающего клина, при условии прохождения поверхности скольжения через подошву откоса (принимаются по таблице 2).

Таблица 2

Заложение откоса, 1: m_1	1:1	1:1,25	1:1,5	1:1,75	1:2	1:2,25	1:2,5	1:2,75	1:3
A	2,37	2,64	2,64	2,87	3,23	3,19	3,53	3,59	3,59
B	5,79	6,05	6,50	6,58	6,70	7,27	7,30	8,02	8,91

Исходя из формулы (1) высота откоса H_1 котлована при принятом значении величины η

$$H_1 = \frac{c \cdot B}{\gamma(\eta - f \cdot A)}. \quad (2)$$

Контуры кургана назначаются исходя из рекомендуемого заложения его откосов $m_2=1:3 - 1:4$.

Высота складирования H_2 , м, определяется исходя из условия заложения внешних откосов $1:m_2$ и необходимости иметь размеры верхней площадки не менее 40×80 м для обеспечения работы мусоровозов и бульдозеров. Каждый пласт ТБО имеет мощность 2 м, а на него укладывают изоляционный грунтовый слой толщиной 0,25 м.

2. Расчетная часть

2.1. Расчет вместимости полигона и объема отходов

2.1.1. В соответствии с заданным количеством жителей города и пользуясь данными таблицы 1, определяем площадь S , га, участка прямоугольной формы. Принято считать, что наиболее экономичны земельные участки, близкие по форме к прямоугольнику с соотношением сторон $l_2 : b_2 = (2,1-1,7):1$.

2.1.2. После установления длины l_2 и ширины b_2 земельного участка определяются размеры строительного котлована (чаши). Его глубина H_1 определяется по формуле (2).

Размеры площади дна котлована

$$l_1 = l_2 - 2[H_1 / (1 : m_1)] = l_2 - 2m_1H_1, \quad (3)$$

$$b_1 = b_2 - 2[H_1 / (1 : m_1)] = b_2 - 2m_1H_1. \quad (4)$$

Размеры верхней площадки кургана

$$l_3 = l_2 - 2[H_2 / (1 : m_2)] = l_2 - 2m_2H_2, \quad (5)$$

$$b_3 = b_2 - 2[H_2 / (1 : m_2)] = b_2 - 2m_2H_2. \quad (6)$$

2.1.3. Объем V_1 , м³, чаши захоронения (формула как для усеченной правильной пирамиды)

$$V_1 = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2})H_1, \quad (7)$$

где S_1 – площадь дна котлована, $S_1 = b_1 \cdot l_1$, м²;

S_2 – площадь сечения в уровне бровки откоса чаши, $S_2 = b_2 \cdot l_2$, м².

2.1.4. Объем V_2 , м³, кургана захоронения

$$V_2 = \frac{1}{3}(S_2 + S_3 + \sqrt{S_2 \cdot S_3})H_2, \quad (8)$$

где S_3 – площадь сечения в уровне верхней площадки, м³.

2.1.5. Общая вместимость полигона V , м³

$$V = V_1 + V_2. \quad (9)$$

2.1.6. Потребность в изолирующем материале (грунте) определяется по формуле

$$V_{зр} = V(1 - 1/\kappa). \quad (10)$$

где κ – коэффициент коррекции вместимости полигона вследствие введения слоя грунта изоляции ($\kappa = 1,25$).

2.1.7. Общий объем складирования отходов на полигоне $V_{ТБО}$, м³

$$V_{ТБО} = V - V_{зр}. \quad (11)$$

2.2. Расчет выделяющегося биогаза

В толще складированной массы отходов идет биотермический анаэробный процесс распада органических веществ. Конечным продуктом этого процесса является биогаз, основу которого составляют метан и диоксид углерода. Биогаз также содержит пары воды, сероводород, аммиак, оксид углерода, оксиды азота и ряд других примесей вредных для здоровья человека. Ориентировочная продолжительность периода образования биогаза составляет 10-30 лет, а максимальное выделение его с поверхности полигона приходится на седьмой год хранения.

2.2.1. Объем V_3 , м³, масса M_3 , т, образующегося в течение года биогаза

$$V_3 = M_{ТБО} \cdot W_{y\partial}, \quad (12)$$

где $M_{ТБО}$ – масса ТБО, завезенная на полигон

$$M_{ТБО} = V_{ТБО} \cdot \rho_{ТБО}, \quad (13)$$

$\rho_{ТБО}$ – плотность отходов ($\rho_{ТБО}=0,75$);

$W_{y\partial}$ – удельный выход биогаза ($W_{y\partial}=5,1$ м³/т).

$$M_3 = V_3 \cdot \rho_3, \quad (14)$$

ρ_3 – плотность биогаза ($\rho_3=1,248$ кг/м³).

2.2.2. Суточные объем $V_{3,C}$ и масса $M_{3,C}$ биогаза

$$V_{3,C} = V_3 / 365, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (15)$$

$$M_{3,C} = V_{3,C} \cdot \rho_3, \text{ кг}. \quad (16)$$

2.2.3. Расчет выбросов основных загрязняющих ингредиентов в атмосферу

$$M_i = \frac{M_{ТБО} \cdot M_{Vi}}{100000}, \text{ т/год} \quad (17)$$

где M_{Vi} – параметр выброса i -го вещества, принимаемый по данным табл.3.

Таблица 3

Параметры выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферу полигоном ТБО, вместимостью 100000 т

Наименование веществ	ПДК _{МР} , мг/м ³	ПДК _{СС} , мг/м ³	Класс опасности	Выброс, M_{Vi} , т/год
Азота диоксид	0,085	0,04	2	0,70973
Аммиак	0,2	0,04	4	0,39108
Ангидрид сернистый	0,5	0,05	3	0,05
Бензол (С ₆ Н ₆)	1,5	0,1	2	0,00114
Дихлорэтан	3	1	2	0,048
О-крезол	0,028	–	2	0,1176
Метан	100	25	4	115,69
Метилбензол (толуол)	0,6	0,6	3	0,1
Пропан	100	25	4	0,02
Сероводород	0,008	–	2	0,0652
Углерода оксид	3	3	4	1,2
Хлорэтан	–	0,2	4	0,044

2.3. Сточные воды полигона

В результате протекания процесса анаэробного разложения ТБО и проникновения внутрь тела полигона воды и влаги образуется фильтрат, представляющий собой темную, дурно пахнущую жидкость. Основными источниками образования сточных вод полигона являются:

- атмосферные осадки;
- избыточная влага складированных отходов, удаляемая из них при укладке с уплотнением (отжимаемая жидкость);
- потребление воды на хозяйственно-бытовые нужды.

2.3.1. Суточный объем $V_{4,\phi}$, м³, выделяющегося с уложенной массы отходов фильтрата

$$V_{4,\phi} = \kappa_1(Q_1 + Q_2)/365, \quad (18)$$

где κ – коэффициент, учитывающий влагопоглощающую и испарительную способность бытовых отходов ($\kappa = 0,1 - 0,15$);

Q_1 – суммарное годовое количество осадков, выпадающих на поверхность отходов, м³/год, $Q_1 = S_2 \cdot \bar{h}$,

где \bar{h} – среднегодовая норма осадков, м;

Q_2 – суммарное годовое количество прочих вод, распределяемых по поверхности отходов, м³/год;

$$Q_2 = K_L \cdot N \cdot n_m, \quad (19)$$

где K_L – расход воды на мойку одного контейнера ($K_L = 0,06$ м³);

N – число контейнеров в сутки;

n_m – число дней в году, когда осуществляется мойка контейнеров ($n_m = 160$).

2.3.2. Содержание веществ в фильтрате по видам для проектируемого полигона за сутки Q_c , кг и за год $Q_{c,T}$, при хранении отходов

$$Q_c = 10^{-3} \cdot V_{4,\phi} \cdot C_\phi, \quad (20)$$

$$Q_{c,T} = Q_c \cdot 365, \quad (21)$$

где c_ϕ – содержание вещества, принимаемое по данным таблицы 4.

Таблица 4

Наименования веществ	Концентрация вещества в фильтрате, c_{ϕ} , мг/л		
	ПДК	в период образования	при хранении
Хлориды	350,0	1550-3000	1550-3000
Сульфаты	500,0	300-500	5-30,0
Взвешенные частицы	0,75 к фону	130-600,0	130-600,0
Железо общее	0,3	50,0	4-25
Медь	0,5	0,08-2,0	0,08-2,0
Цинк	1,0	0,6-1	0,3-0,5
Марганец	0,1	0,8-1,2	0,8-1,2
Никель	0,1	0,2-0,4	0,2-0,4
Фосфаты	3,5	8,5-15	8,5-15
Азот аммонийных солей	1,0	100-1200	100-1200
Азот нитратов	10,2	70-500	70-500
Хром	0,5	0,11-0,5	0,11-0,5
Нефтепродукты	0,3	0,7-1,0	–

3. Мероприятия по защите окружающей среды от воздействия полигона ТБО

3.1. Мониторинг выбросов

В процессе образования выбросов загрязняющих веществ полигоном ТБО осуществляют контроль за:

- работой технологического оборудования;
- соблюдением регламентов технологического процесса;
- составом атмосферного воздуха и химизмом грунтовых вод по внешнему периметру границы СЗЗ.

3.2. Отвод биогаза

Для исключения скопления биогаза в теле полигона предусматривается его отвод через сеть дегазационных колодцев. За основу конструкции приняты сборные железобетонные колодцы диаметром 1 500 мм.

На поверхности защитного экрана устанавливается плита днища диаметром 2 м, на ней монтируются ж/б кольца. Монтаж колец производится без заделки стыков, с засыпкой внутренней полости щебнем (гравием). С

наружной стороны выполняется фильтрующая обсыпка кольцевым слоем толщиной 0,15-0,35 м. Перед укладкой изолирующего слоя в массу отходов укладывают радиальные газопроводы из полиэтиленовых труб диаметром 300 мм с выводом их в дегазационные вертикальные колодцы. Законченный колодец сверху перекрывают шатровой крышкой с газовыпуском.

Разогретый внутри массива отходов до 40-50°C биогаз легче воздуха. Из толщи отходов по газопроводам, фильтрующую обсыпку и неплотности ж/б колец он проникает во внутреннюю полость колодцев и поднимается вверх. Отвод его в атмосферу осуществляется через дефлекторы.

3.3. Сбор и обезвреживание фильтрата

Жидкий сток с участка захоронения отходов собирается специальной дренажной системой из перфорированных пластмассовых труб. Далее по сборному магистральному коллектору он самотеком сбрасывается в колодцы – отстойники за пределы карты складирования.

В качестве первой ступени обезвреживания фильтрата используется подача его на поверхность свалки (как одна из самых дешевых и ускоряющих процесс стабилизации свалки технологий). В колодце-отстойнике монтируется насос. В летний период стоки перекачиваются в сборно-разборную систему трубопроводов. Из перфорированных труб диаметром 76 мм обеспечивается разлив по поверхности карт складирования полигона. Распределение стока допускается из расчета до 30 м³/сут на участок площадью 1 га в течение 6 месяцев в году.

Излишки стоков фильтрата удаляются из колодцев сбора ассенизационной машиной и вывозятся на городские очистные сооружения.

Для отвода потока незагрязненных атмосферных и талых вод с участка и предотвращения подтопления полигона по его периметру устраиваются бетонные лотки сечением 0,5х0,5 м со сбором вод в понижения рельефа.

3.4. Рекультивация полигонов

Процесс рекультивации захороненных отходов начинается после завершения складирования и перехода свалочного материала в стабилизированное состояние и состоит из двух этапов – технического и биологического.

На первом этапе выполняются геологические, гидрогеологические, геофизические, ландшафтно-геохимические исследования. Этот этап включает также планировку, формирование откосов, строительство дорог, гидротехнических и др. сооружений. На биологическом этапе осуществляются работы по восстановлению нарушенных земель.

Территории полигонов используют в сельском и лесном хозяйстве, в строительстве. Жилищное строительство может быть допущено на

территории полигона только после проведения соответствующих санитарно-бактериологических исследований.

4. Задание студенту

4.1. Принять согласно приложению I исходные данные варианта (значения величин γ , ρ , φ , η , m_1 , \bar{h} и N).

4.2. Выполнить расчет по определению вместимости полигона, объемов отходов и грунта изоляционных слоев.

4.3. Определить объемы биогаза, выделяющегося при деструкции органики в складированной массе.

4.4. Рассчитать объемы фильтратных стоков и массы содержащихся в них загрязняющих веществ.

4.5. Оценить влияние полигона ТБО на ОС.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛИГОНА ТБО

№ варианта	Кол-во жителей тыс. чел	Наименование грунта основания	Собственный вес грунта γ , КН/м ³	Удельное сцепление грунта c , кПа	Угол внутреннего трения φ , град	Коэф. устойчивости откоса η	Заложение откосов чаши, 1: m_1	Региональная норма осадков \bar{h} , м/год	Число контейнеров в сутки, N
1	50	песок	16	1,7	24	1,5	1:1	0,52	150
2	60	супесь	25	18	24	3,0	1:1,5	0,498	160
3	70	суглинок	35	27	15	3,3	1:2,5	0,5	155
4	90	песок	19	0,6	30	1,5	1:1	0,55	180
5	100	супесь	25	7	28	2,6	1:1,75	0,62	200
6	110	суглинок	20	10	19	2,0	1:2,25	0,633	220
7	100	глина	26,2	28	14	3,0	1:2,5	0,61	230
8	250	супесь	27,2	17	25	2,6	1:1,25	0,62	300
9	270	суглинок	30	20	14	2,8	1:2,75	0,6	350
10	280	глина	30	30	9	3,9	1:3	0,58	320
11	300	песок	16	1,5	38	2,2	1:1	0,6	310
12	350	супесь	22	15	23	3,7	1:2	0,498	350
13	400	глина	29	30	11	3,6	1:2,5	0,54	400
14	450	глина	30	28	6,5	3,4	1:3	0,64	420
15	500	супесь	25	11	5	1,96	1:2,5	0,630	450
16	500	суглинок	21	38	25	1,7	1:2,75	0,54	450
17	750	глина	22	41	25	2,8	1:3	0,62	500
18	750	песок	10	1,6	39	0,5	1:1	0,65	520
19	50	песок	16	1,7	35	2,0	1:1	0,52	150
20	60	супесь	30	12	17	2,1	1:1,5	0,498	160
21	70	суглинок	30	20	15	3,0	1:2,5	0,5	155
22	90	песок	17	2	30	1,8	1:1	0,55	180
23	100	супесь	18,5	7	28	2,5	1:1,75	0,62	200
24	110	суглинок	20	15	10	2,7	1:2,25	0,633	220
25	100	глина	30	30	14	3,8	1:2,5	0,61	230
26	250	супесь	25	15	25	3,1	1:1,25	0,62	300
27	270	суглинок	22	20	14	3,6	1:2,75	0,6	350
28	280	глина	25	23	9	3,5	1:3	0,58	320

2.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

С целью формирования у будущих инженеров навыков оценки состояния окружающей среды и понимания значений антропогенных нагрузок, которые возникают в процессе строительства и эксплуатации зданий, сооружений, автомобильных дорог, мостов и тоннелей предлагаемые лабораторные работы предусматривают исследование конкретных экологических факторов и причин их возникновения.

В первой работе студенты определяют тип агрессивности подземных вод, рассматривают их влияние на подземные бетонные сооружения, уточняют площади распространения. Вторая тема посвящена вопросу регулирования концентрации вредных веществ в грунтах и почвах путем локализации их глинистыми экранами. Степень засоления почв и грунтов химическими элементами и соединениями исследуется в третьей работе. Выполняя четвертую лабораторную работу, студенты определяют предельную концентрацию вредных веществ и зон их распространения от одиночного источника.

В больших городах основными источниками шумового и химического загрязнения являются автотранспортные магистрали. В пятой и шестой лабораторных работах определяется уровень шума и величины выбросов загрязняющих веществ автотранспортными потоками.

Лабораторная работа № 1

Локализация загрязняющих веществ глинистыми экранами

Цель работы: научиться определять скорость движения воды и загрязнителей в грунтах.

Оборудование: стеклянные трубки длиной 90см, песчаный пылевато-глинистый грунт, бюксы, аналитические весы, штативы, колбы и банки стеклянные, секундомер.

Введение

Перемещение в грунтах растворенных в подземных водах соединений, находящихся в виде ионов, ионных пар, ассоциаций и комплексов осуществляется в результате действия двух взаимосвязанных процессов – конвекции и диффузии.

Конвекция – это перенос частиц растворенного в жидкости вещества при ее движении. Конвективный поток вещества пропорционален

действительной скорости движения жидкости, а также концентрации вещества.

Молекулярная диффузия в подземных водах обусловлена тепловым движением частиц (под действием концентрации вещества в разных точках).

Процесс фильтрации воды и миграция влаги с растворенными в ней загрязняющими веществами зависит от содержания грунтовых фракций (песчаных, пылеватых, глинистых) и пористости. *Пористость* - отношение объема пор грунта к общему его объему. Поверхностные стоки, просачивающиеся в грунтовую толщу, перемещаются по направлению движения подземных вод. Доминирующим фактором миграции загрязнителей в водопроницаемых породах (крупнообломочные и песчаные) является конвективный перенос – передвижение вместе с подземным потоком. В толщах пылевато-глинистых грунтов определяющим является молекулярно-диффузный перенос в различных точках пласта. Например, при устройстве в основании шламохранилищ и различного рода накопителей защитных экранов из пылевато-глинистых грунтов молекулярно-диффузный перенос загрязняющих веществ через пласт толщиной $\delta=1...3$ м может привести к появлению относительных концентраций $\bar{C} = c/c_{\text{вх}}=0,01...0,001$ через 5...25 лет (рис. 1).

Чтобы обезопасить экологические системы, защитить железобетонные фундаменты и другие конструкции от воздействия потока загрязняющих веществ, содержащихся в грунтовых водах, вблизи техногенных объектов необходимо на пути их миграции устраивать барьеры. Выделяют три основных типа барьеров: геохимические, физико-механические, механические.

С целью локализации (ограничения) областей загрязнения на практике устраивают горизонтальные и наклонные экраны или вертикальные экраны из пылевато-глинистых грунтов. Скорость распространения загрязнения в толще грунта зависит от его гранулометрического состава и пористости и регулируется многим рядом факторов, а именно:

- 1 Минералогическим составом частиц (кварц, каолинит, кальцит и др.);
- 2 Наличием ионов;
- 3 Способностью поверхности минеральных частиц к адсорбции;
- 4 Образованием солей вследствие химических реакций;
- 5 Диффузным (в экране) и конвекционным (в песчаной толще) переносом.

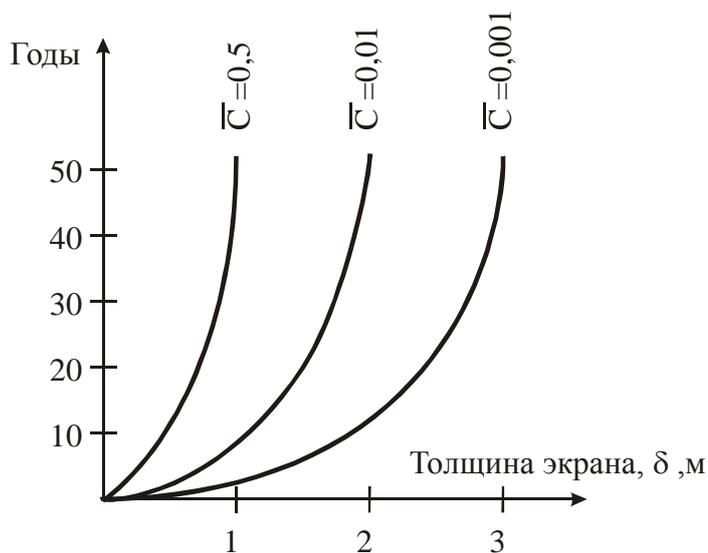


Рис. 1. Зависимость \bar{C} при переносе растворенных веществ через экран из суглинка.

В качестве материалов для устройства экрана используются такие типы глин, которые обладают способностью к набуханию (бентонит, каолинит и др.), способствующей к малой проницаемости экрана. Общий положительный заряд минералов глин приводит к притяжению отрицательных ионов. Благодаря адсорбции и ионному обмену тяжелые металлы быстро осаждаются в глиняном экране. Они продвигаются в нем в 100 раз медленнее, чем вода. В процессе продвижения загрязненных вод через экран первоначальный состав ионов уменьшается.

Характер передвижения некоторых видов загрязнителей в глинистой среде, установленный экспериментально, представлен на рис. 2.

Способность проникать в глинистую толщу конкретного загрязнителя можно выразить через коэффициент распределения вещества в экране K_d . Так, по данным специальных экспериментов, для органических веществ значение $K_d=0,65$, для тяжелых металлов ($Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Mg, Fe, Mn$) $K_d < 0,65$, а для хлоридов $K_d > 0,65$.

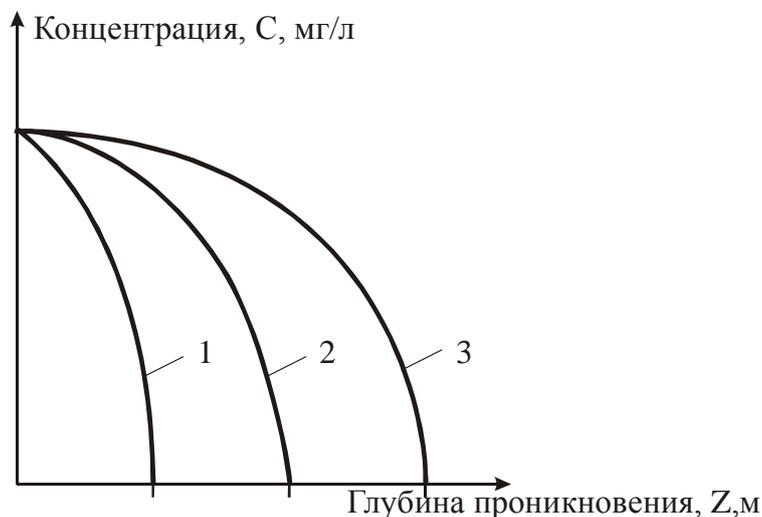


Рис. 2. Проникновение в глубину тяжелых металлов (1), органических веществ (2) и хлоридов (3).

В пылевато-глинистых грунтах скорости фильтрации воды по сравнению с песчаными небольшие. Процесс фильтрации воды в толще с глинистым экраном исследуется с помощью стеклянной трубки, в которую помещают слои грунтов в воздушно сухом состоянии. После определения скорости нисходящей фильтрации воды в каждом из слоев рассчитывают скорость продвижения загрязняющего вещества в экране по формуле

$$V_s = V_w \left(\frac{1}{1 + \frac{\rho K_d}{e}} \right), \text{ см/с}$$

где V_s – скорость миграции вещества в экране, см/с;

V_w – скорость движения воды, см/с;

ρ – плотность пылевато-глинистого грунта, г/см³;

K_d – коэффициент распределения вещества в экране;

e – коэффициент пористости

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d},$$

ρ_s – плотность глинистых минералов, $\rho_s = 2,73$ г/см³;

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W}$$

W – гигроскопическая влажность пылевато-глинистого грунта, $W = 0,07 \dots 0,17$.

Ход работы:

1. Определение плотности испытуемых песчаного и пылевато-глинистого грунтов

2. В градуированную стеклянную трубку длиной 90 см и с внутренним диаметром 1,5 см через воронку засыпать грунты в последовательности:

На высоту 20 см – песчаный, затем на высоту 10 см – пылевато-глинистый, сверху пылевато-глинистого грунта на высоту 50 см засыпать песчаный грунт.

Для определения плотности грунт взвесить и результаты занести в таблицу

Ном ер бюкса	Мас са бюкса с грунтом, г	Масс а бюкса с оставшимся грунтом, г	Масса засыпанного грунта, г	Объе м грунта, см ³	Плот ность грунта, г/см ³
000	m_1	m_2	$m = m_1 - m_2$	$V = \pi r^2 h$ $r = 0,75 \text{ см}$ $h = 10 \text{ см}$	$\rho = m/V$

3. Нижний конец заполненной грунтом трубки поместить в банку, расположенную на подставке, и прикрепить к штативу.

4. В трубку сверху из стакана залить воду на высоту 20 см – до верхнего торца. При насыщении водой грунт приобретает более темный цвет, что легко определяется визуально.

5. Секундомером замерить время прохождения воды в каждом из слоев, результаты занести в таблицу и рассчитать скорости движения воды (V_w).

6. Рассчитать скорость продвижения органических загрязнителей в экране из испытуемого пылевато-глинистого грунта (V_s) (см. п. 2).

7. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Высота слоя	Песчаный 50 см	Пылевато- глинистый 10 см	Песчаны й 20 см
Время прохождения воды, t , с			
Скорость, V_w , см/с			

Лабораторная работа № 2

Определение выбросов автотранспорта на городских магистралях

Цель работы: научиться оценивать величину выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на городских магистралях.

Оборудование: измерительная рулетка 100м, секундомер, сигнальные флажки, полевые журналы.

I. Введение

Основным источником загрязнения атмосферы в городе является автотранспорт. Так, в Минске на долю автотранспорта приходится 80% загрязнений атмосферы, в г.Москве – 90%.

Автотранспорт, как источник загрязнения воздуха, имеет свои особенности:

- количество автотранспорта интенсивно увеличивается;
- автотранспорт – движущийся источник, который встречается на строительных площадках на территории больниц, санаториев, в охранных зонах и т.д.;
- выхлопные газы автомобилей содержат около 200 наименований выбросов и из них только 6 являются нетоксичными.

Загрязняющие атмосферу вещества классифицируются следующим образом:

раздражающие – вызывают ответную реакцию живых организмов;

токсичные – (от греч. «токсикон» - яд) оказывают вредное воздействие на организмы (окислы серы, окислы азота; фенол, сероводород, сероуглерод, угарный газ, формальдегид, бенз(а)пирен, свинец, пары бензина);

сенсibiliзирующие – (от лат. «чувствительный») повышают чувствительность организма к воздействиям химических соединений и лежат в основе аллергии (пыль, пух, нитраты);

мутагенные – вызывают изменение наследственных свойств в организме в результате нарушений в генетическом материале (безн(а)пирен, формальдегид, свинец);

канцерогенные – (от лат. «канцер» - рак) – вызывают образование раковых клеток и опухолей (бенз(а)пирен, пыль, формальдегид, бензол);

тератогенные – (от гр. «тератос» - чудовище) вызывают формирование аномалий и уродств в процессе эмбрионального развития (диоксины, фураны, бенз(а)пирен).

Последствиями загрязнения атмосферы являются: ухудшение здоровья людей; разрушение строительных материалов и конструкций, коррозия металла; замедление роста зеленых насаждений; изменение климатических условий.

Для оценки величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на городских магистралях используются результаты натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков с подразделением по основным категориям автотранспортных средств.

Усредненные удельные значения показателей выбросов отражают основные закономерности их изменения при реальном характере автотранспортного движения в городских условиях, определяемых целесообразным выбором передаточного отношения от двигателя к трансмиссии. При этом учитывается, что в городе автомобиль совершает непрерывно разгоны и торможения, перемещаясь с некоторой средней скоростью на конкретном участке автомагистрали, определяемой дорожными условиями.

Расчеты выбросов выполняются для следующих вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей:

- оксид углерода (CO);
- оксиды азота NO_x (в пересчете на диоксид азота);
- углеводороды (CH);
- сажа;
- диоксид серы (SO₂);
- соединения свинца;
- формальдегид;
- бенз(а)пирен.

II Расчет выбросов загрязняющих веществ автотранспортом

Выброс *i*-го вредного вещества автотранспортным потоком (ML_{*i*}) определяется для конкретной автомагистрали, на всей протяженности которой структура и интенсивность автотранспортных потоков изменяется не более, чем на 20 - 25%. При изменении автотранспортных характеристик на большую величину, автомагистраль разбивается на участки, которые в дальнейшем рассматриваются как отдельные источники. Такая магистраль (или ее участок) может иметь несколько регулируемых и нерегулируемых перекрестков.

В районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ автомобилем за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «разгона» по разрешающему сигналу светофора.

Это обуславливает необходимость выделить на выбранной автомагистрали участки перед светофором, на которых образуется очередь автомобилей, работающих на холостом ходу в течение времени действия запрещающего сигнала светофора.

Таким образом, для автомагистрали (или ее участка) при наличии регулируемого перекрестка суммарный выброс *M* будет равен:

$$M = \sum_1^n (M_{\Pi_1} + M_{\Pi_2}) + M_{L_1} + M_{L_2} + \sum_1^m (M_{\Pi_3} + M_{\Pi_4}) + M_{L_3} + M_{L_4} \quad (1)$$

где:

$M_{\Pi_1}, M_{\Pi_2}, M_{\Pi_3}, M_{\Pi_4}$ - выброс в атмосферу автомобилями, находящимися в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора;

$M_{L_1}, M_{L_2}, M_{L_3}, M_{L_4}$ - выброс в атмосферу автомобилями, движущимися по данной автомагистрали в рассматриваемый период времени;

n и m – число остановок автотранспортного потока перед перекрестком соответственно на одной и другой улицах его образующих за 20-минутный период времени;

индексы 1 и 2 соответствуют каждому из 2-х направлений движения на автомагистрали с большей интенсивностью движения, а 3 и 4 – соответственно для автомагистрали с меньшей интенсивностью движения.

2.1. Расчет выбросов движущегося автотранспорта

Выброс i -того загрязняющего вещества (г/мин) движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью L (км) определяется по формуле:

$$M_{L_1} = \frac{L}{60} \sum_1^k M_{k,i}^n N k_v \quad (2)$$

$M_{k,i}^n$ (г/км) – пробеговый выброс i -го вредного вещества автомобилями k -й группы для городских условий эксплуатации, определяемый по табл. 1;

k – количество групп автомобилей;

N - (1/час) – фактическая наибольшая интенсивность движения, т.е. количество автомобилей каждой из K групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях по всем полосам движения;

k_v - поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока (V км/час) на выбранной автомагистрали (или ее участке), определяемый по табл. 2);

$\frac{L}{60}$ - коэффициент пересчета «час» в «мин»;

L (км) – протяженность автомагистрали (или ее участка), из которого исключена протяженность очереди автомобилей перед запрещающим сигналом светофора, и длина соответствующей зоны перекрестка (для перекрестков, на которых проводились дополнительные обследования).

Таблица 1.

Значения пробеговых выбросов $M_{k,i}^p$ (г/км) для различных групп автомобилей

Наименование группы автомобилей	№ группы	СО	Выбросы						
			NO _x (в пересчете на NO ₂)	СН	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
Легковые	I	19,0	1,8	2,1	-	0,065	0,006	0,019	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Легковые дизельные	Id	2,0	1,3	0,25	0,1	0,21	0,003		-
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы	II	69,4	2,9	11,5	-	0,20	0,020	0,026	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	75,0	5,2	13,4	-	0,22	0,022	0,033	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы карбюраторные	IV	97,6	5,3	13,4	-	0,32	0,03	0,041	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые дизельные	V	8,5	7,7	6,0	0,3	1,25	0,21	-	$6,5 \cdot 10^{-6}$
Автобусы дизельные	VI	8,8	8,0	6,5	0,3	1,45	0,31	-	$6,7 \cdot 10^{-6}$

Значения коэффициентов k_v , учитывающих изменение количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

Таблица 2.

	Скорость движения (V, км/час)												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	80	100
k_v	1,35	1,28	1,2	1,1	1,0	0,88	0,75	0,63	0,5	0,3	0,45	0,5	0,65

Примечание: для диоксида азота значение k_v принимается постоянным и равным 1 до скорости 80 км/час.

2.2 Расчет выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка

При расчетной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков следует исходить из наибольших значений содержания вредных веществ в

отработавших газах, характерных для режимов движения автомобилей в районе пересечения автомагистралей (торможение, холостой ход, разгон). Выброс *i*-го загрязняющего вещества (ЗВ) в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора М 4п 0 определяется по формуле:

$$M_{Pi} = \frac{P}{40} \sum_{n=1}^{N_{Ц}} \sum_{k=1}^{N_{гг}} M'_{Pi,k} N_{k,n} \quad \text{г/мин} \quad (3)$$

Где *P* (мин.) – продолжительность действия запрещающего сигнала светофора (включая желтый цвет);

N_Ц – количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени;

N_{гг} – количество групп автомобилей;

M_{Pi} (г/мин) – удельный выброс *i*-го ЗВ автомобилями, *k*-ой группы, находящихся в «очереди» у запрещающего сигнала светофора;

N_{k,n} – количество автомобилей *k* группы, находящихся в «очереди» в зоне перекрестка в конце *n*-го цикла запрещающего сигнала светофора.

Значения *M'_{Pi,k}* определяются по табл. 3, в которой приведены усредненные значения удельных выбросов (г/мин), учитывающие режимы движения автомобилей в районе пересечения перекрестка (торможение, холостой ход, разгон), а значения *P*, *N_Ц*, *N_{k,n}* – по результатам натурных обследований.

Таблица 3.

**Удельные значения выбросов для автомобилей,
находящихся в зоне перекрестка *M'_{Pi,k}***

Наименование группы автомобилей	№ группы	Выброс, г/мин							
		СО	NO _x (в пересчете на NO ₂)	СН	Саж а	SO ₂	Форм альдег ид	Соеди нения свинц а	Бенз(а)п ирен
Легковые	I	3,5	0,05	0,25	-	0,01	0,0008	0,0044	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Легковые дизельные	Id	0,13	0,08	0,06	$0,035$	0,04	0,0008	-	-
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы	II	6,3	0,075	1,0	-	0,02	0,0015	0,0047	$4,0 \cdot 10^{-6}$
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	18,4	0,2	2,96	-	0,028	0,006	0,0075	$4,4 \cdot 10^{-6}$

Автобусы карбюраторные	IV	16,1	0,16	2,64	-	0,03	0,012	0,0075	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые дизельные	V	2,85	0,81	0,3	0,07	0,075	0,015	-	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы дизельные	VI	3,07	0,7	0,41	0,09	0,09	0,020	-	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые газобаллонные, работающие на сжатом природном газе	VI I	6,44	0,09	0,26 *	-	0,01	0,0004	-	$3,6 \cdot 10^{-6}$

III. Ход работы

3.1. На основе изучения схемы улично-дорожной сети города, а также информации о транспортной нагрузке составляется перечень основных автомагистралей (и их участков) с повышенной интенсивностью движения и перекрестков с высокой транспортной нагрузкой.

3.2. Для определения характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично-дорожной сети проводится учет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях с подразделением по следующим группам:

- I. Л - легковые, из них отдельно легковые и легковые дизельные автомобили;
- II. ГК < 3 – грузовые карбюраторные грузоподъемностью менее 3 тонн и микроавтобусы (ГАЗ-51-53, УАЗы, «Газель», РАФ и др.);
- III. ГК > 3 – грузовые карбюраторные грузоподъемностью более 3 тонн (ЗИЛы, Урал и др.);
- IV. АК – автобусы карбюраторные (ПАЗ, ЛАЗ, ЛИАЗ);
- V. ГД – грузовые дизельные (КРАЗ, КАМАЗ);
- VI. АД – автобусы дизельные (городские и интуристовские);
- VII. ГГБ – грузовые газобаллонные, работающие на природном газе.

3.3. Подсчет проходящих по данному участку автомагистрали транспортных средств проводится в течение 20 минут каждого часа. При высокой интенсивности движения (более 2 – 3 тыс. автомашин в час) подсчет проходящих автотранспортных средств проводится синхронно отдельно по каждому направлению движения (а при недостаточности числа наблюдателей – первые 20 минут – в одном направлении; следующие 20 минут – в противоположном направлении).

Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения выполняются в часы «пик». Для большинства городских автомагистралей отмечается два максимума: утренний и вечерний (соответственно с 7 – 8 часов до 10 до 11 часов и с 16 – 17 часов до 19-20 часов), для многих транзитных автомагистралей наибольшая транспортная нагрузка характерна для дневного времени суток.

С целью получения исходных данных о выбросах для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы города наблюдения организуются в часы «пик» летнего сезона года.

Натурные обследования состава и интенсивности движущегося автотранспортного потока проводятся не менее 4 – 6 раз в часы «пик» на каждой автомагистрали.

Результаты натурных обследований структуры и интенсивности движущегося автотранспортного потока заносятся в полевой журнал по форме, приведенной в таблице 4.

Таблица 4.

**Полевой журнал
обследования характеристик движущегося транспортного средства**

Дата	Время подсчета, за период 20 минут	Число автомобилей по группам								Скорость движения потока, км/час		
		Легковые	Легковые дизельные	ГК < 3, МА	ГК ≥ 3	АК	ГД	АД	ГГБ	Легковые	Грузовые	Автобусы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Для оценки транспортной нагрузки в районе регулируемых перекрестков проводятся дополнительные обследования.

Последовательно (а при возможности одновременно) на каждом направлении движения в период действия запрещающего сигнала светофора (включая и желтый цвет) выполняется подсчет автотранспортных средств (по группам), образующих «очередь». Одновременно фиксируется длина «очереди» в метрах. Подсчеты проводятся не менее 4 – 6 раз.

На каждой автомагистрали (или ее участке) фиксируются следующие параметры:

- ширина проезжей части, (в метрах);
- количество полос движения в каждом направлении;
- протяженность выбранного участка автомагистрали (в км) с указанием названий улиц, ограничивающих данную автомагистраль (или ее участок);

Результаты дополнительных обследований заносятся в полевой журнал по форме, приведенной в таблице 5.

Таблица 5.

/наименование улиц, образующих перекресток/		/направление движения автотранспорта/				/ширина проезжей части, количество полос/				
Дата	Время работы запрещающего сигнала светофора, мин.	Число автомобилей по группам								Длина очереди автотранспорта (м)
		Легковые	Легковые дизельные	ГК < 3, МА	ГК ³ 3	А К	г д	А Д	Г Г Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Определение средней скорости движения основных групп автотранспортного потока выполняется по всей протяженности обследуемой автомагистрали или ее участка, включая зоны нерегулируемых перекрестков и регулируемых перекрестков (лабораторная работа №4)

На обследуемом перекрестке фиксируются следующие параметры:

- ширина проезжей части (в метрах);
- количество полос движения в каждом направлении;
- протяженность зоны перекрестка в каждом направлении (в метрах).

По результатам натурных обследований проводят расчеты выбросов:

- движущегося автотранспорта (формула 2);
- автотранспорта в зоне перекрестка (формула 3);
- суммарные выбросы (формула 1);

По итогам выполненных расчетов заполняется таблица 6

Таблица 6

Наименование вещества	Количество выбросов от движ. автотранспорта г/мин	Количество выбросов на перекрестках г/мин	Суммарное количество выбросов г/мин
оксид углерода (СО)			
оксид азота (NO _x)			
углеводород (СН)			
сажа			
диоксид серы (SO ₂)			
соед. свинца			

формальдегид			
бенз(а)пирен			

Итого:

Количество выбросов в час –

Количество выбросов в сутки –

Количество выбросов в год –

Количество выбросов автотранспорта в год в г. Минске -

3. Раздел контроля знаний

Рекомендуемая тематика рефератов:

1. Основные загрязнители атмосферы и их влияние на здоровье человека.
2. Антропогенное загрязнение гидросферы. Источники загрязнения природных вод.
3. Проблема антропогенного загрязнения литосферы.
4. Загрязнение почв тяжелыми металлами, пестицидами. Проблемы в Беларуси.
5. Влияние строительного комплекса на окружающую среду.
6. Радиационное и химическое загрязнение в Беларуси.
7. Радиационная опасность и проблема использования АЭС.
8. Альтернативная энергетика.
9. Проблемы трансграничного загрязнения природной среды.
10. Особо охраняемые природные территории Беларуси.
11. Переработка твердых бытовых и промышленных отходов.
12. Малоотходные и безотходные технологии производства.
13. Система управления природопользованием и охраной окружающей среды в Беларуси.
14. Анализ действий Беларуси по охране окружающей среды.
15. Правовые основы охраны окружающей природной среды в Беларуси.
16. Экологический паспорт предприятия и территории.
17. Экологическая политика государства.
18. Экологический аудит: цели и задачи.
19. Основные направления экологизации экономики.
20. Общие понятия экологического менеджмента.
21. Экологические прогнозы и сценарии.
22. Система природоохранного законодательства в мире.

Тестовые задания по курсу

Темы: «Предмет, методология и задачи курса», «Основы общей экологии»

1. Экотоп (биотоп) – это:

- 1) переходная полоса между различными экологическими системами;
- 2) место обитания сообщества живых организмов;
- 3) совокупность особей любого вида, приспособленная к условиям местообитания;
- 4) преднамеренное разрушение среды обитания живых организмов;
- 5) организм, способный нормально развиваться и жить в разных условиях светового режима.

2. Под устойчивостью экологической системы понимают:

- 1) изменение численности вида на протяжении определенного отрезка времени и в пределах определенной амплитуды колебаний, не приводящее к изменению роли этого вида;
- 2) способность системы оставаться относительно неизменной в течение определенного периода времени вопреки внешним и внутренним возмущениям;
- 3) готовность человека сохранять природные ценности;
- 4) совокупность факторов окружающей среды, воздействующих на отдельную особь, популяцию или сообщество;
- 5) несоответственно большой отклик экосистемы на антропогенное воздействие.

3. Способность к самоочищению – это:

- 1) свойство твердых, жидких и газообразных тел улавливать из среды и удерживать газы, пары и растворенные вещества;
- 2) поглощение твердым телом или жидкостью вещества из окружающей среды;
- 3) свойство разлагать загрязнители до усвояемых живыми организмами и вовлекаемых в биотический круговорот веществ;
- 4) способность экосистемы противостоять внутренним абиотическим и биотическим факторам среды, включая антропогенные воздействия;
- 5) последовательная смена биоценозов, преемственно возникающих на одной и той же территории в результате влияния природных факторов или воздействия человека.

4. Укажите, кто и когда ввел термин «природопользование»:

- | | |
|------------------------|-------------|
| а) Б. Коммонер; | е) 1854 г.; |
| б) В. И. Вернадский; | ж) 1972 г.; |
| в) Э. Геккель; | з) 1958 г.; |
| г) С. Г. Струмилин; | и) 1926 г.; |
| д) Ю. Н. Куражковский; | к) 1866 г. |

1) а, ж; 2) б, и; 3) в, к; 4) г, е; 5) д, з.

- 5. Основы учения о биосфере были изложены:**
- 1) В. И. Вернадским;
 - 2) Э. Зюссом;
 - 3) Э. Геккелем;
 - 4) М. В. Ломоносовым;
 - 5) Ю. Либихом.
- 6. Укажите правильный вариант ответа «Человек является частью...»:**
- 1) антропосферы;
 - 2) тропосферы;
 - 3) литосферы;
 - 4) гидросферы;
 - 5) биосферы.
- 7. Термин «экология» введен в науку:**
- 1) Э. Зюссом;
 - 2) Э. Геккелем;
 - 3) В.И. Вернадским;
 - 4) Р. Линдеманом;
 - 5) В. Шелфордом.
- 8. Вставьте пропущенные слова: «Понятия «природопользование» и «охрана природы» ...»:**
- 1) тождественны;
 - 2) близки, но не тождественны;
 - 3) противоположны;
 - 4) исключают друг друга;
 - 5) дополняют друг друга.
- 9. Укажите верное определение понятия «экологическая система»:**
- 1) это совокупность абиотических факторов среды, в пределах которых возможно существование вида;
 - 2) это совокупность биотических факторов среды, в пределах которых возможна деятельность организмов;
 - 3) это природный комплекс, представленный совокупностью абиотических и биотических факторов, не взаимодействующих между собой;
 - 4) это природный комплекс, представленный совокупностью особей одного вида;
 - 5) это природный комплекс абиотических и биотических компонентов, взаимодействующих между собой в процессе обмена веществ и энергии.
- 10. Что понимают под аутэкологией?**
- 1) учение о популяции и ее среде;
 - 2) учение о биосфере;
 - 3) учение об организме и его среде;
 - 4) учение об экосистеме и ее среде;
 - 5) учение о человеке и его среде.

11. Что понимают под синэкологией?

- 1) учение о популяции и ее среде;
- 2) учение о биосфере;
- 3) учение об организме и его среде;
- 4) учение об экосистеме и ее среде;
- 5) учение о человеке и его среде.

12. Что понимают под демэкологией?

- 1) учение о популяции и ее среде;
- 2) учение о биосфере;
- 3) учение об организме и его среде;
- 4) учение об экосистеме и ее среде;
- 5) учение о человеке и его среде.

13. Экосистема – это...

- 1) совокупность живых организмов;
- 2) среда обитания живых организмов;
- 3) совокупность живых организмов и среды их обитания;
- 4) совокупность живых организмов и среды их обитания, объединенная обменом веществ и энергии;
- 5) совокупность живых организмов на определенном участке суши.

14. Общая экология – это наука о:

- 1) состоянии окружающей среды в регионе;
- 2) воздействию загрязнителей на организм человека;
- 3) взаимоотношениях организмов между собой и со средой обитания;
- 4) взаимодействии абиотических и биотических факторов среды;
- 5) воздействию загрязнителей на организм животных и растений.

15. Биокосное вещество – это:

- 1) минералы и горные породы глубинного происхождения;
- 2) результат жизнедеятельности организмов;
- 3) совокупность всех живых организмов;
- 4) продукт взаимодействия живой и косной материи;
- 5) радиоактивное вещество.

16. К консументам относятся:

- а) микроорганизмы;
- б) животные;
- в) растения;
- г) люди;
- д) грибы.

1) а, б; 2) б, в; 3) б, г; 4) б, д; 5) а, д.

17. Центральным звеном биосферы является:

- 1) человек;
- 2) биокосное вещество;
- 3) биогенное вещество;
- 4) живое вещество;
- 5) косное вещество.

- 18. Укажите проявление антропогенного биотического фактора:**
- 1) размножение колорадских жуков;
 - 2) ежегодное появление майских жуков;
 - 3) ускоренная эрозия почвы;
 - 4) исчезновение странствующего голубя;
 - 5) изменение направления течения рек.
- 19. Укажите явление, в котором проявляется открытость биосферы:**
- 1) появление новых видов животных и растений;
 - 2) поступление космической энергии;
 - 3) возможность воздействия человека на биосферу;
 - 4) сохранение экологического равновесия;
 - 5) создание условий для существования организмов.
- 20. Укажите количество видов живых существ, населяющих биосферу в настоящее время:**
- 1) около 1 млн.;
 - 2) около 2 млн.;
 - 3) около 3 млн.;
 - 4) около 4 млн.;
 - 5) около 5 млн.
- 21. Основную часть биомассы суши (99,2 %) составляют:**
- 1) животные;
 - 2) растения;
 - 3) микроорганизмы;
 - 4) человек;
 - 5) хищники.
- 22. Озон – необходимое условие существования биосферы, так как слой озона:**
- 1) образуется в результате космического излучения;
 - 2) препятствует проникновению так называемого жесткого ультрафиолета;
 - 3) препятствует загрязнению атмосферы;
 - 4) увеличивает прозрачность атмосферы;
 - 5) задерживает тепловое излучение Земли.
- 23. Сообщество растений, животных, микроорганизмов и грибов, населяющих одну территорию, называется:**
- 1) микроценозом;
 - 2) фитоценозом;
 - 3) экотопом;
 - 4) биотопом;
 - 5) биоценозом.
- 24. Передача энергии по трофической цепи осуществляется:**
- 1) от редуцентов через продуценты к консументам;
 - 2) от продуцентов через консументы к редуцентам;

- 3) от консументов через редуценты к продуцентам;
- 4) от продуцентов через редуценты к консументам;
- 5) от редуцентов через консументы к продуцентам.

25. Начальным источником энергии практически во всех экосистемах является:

- 1) энергия ветра;
- 2) энергия воды;
- 3) энергия Солнца;
- 4) энергия ископаемого топлива;
- 5) энергия Земли.

26. К консументам второго порядка относятся:

- 1) микроорганизмы;
- 2) травоядные животные;
- 3) растения;
- 4) хищники;
- 5) простейшие.

27. Автором закона толерантности является:

- 1) В. И. Вернадский;
- 2) Э. Геккель;
- 3) В. Шелфорд;
- 4) Ю. Либих;
- 5) Р. Линдеман.

28. Как называется согласованное развитие организмов в процессе эволюции?

- 1) коэволюция;
- 2) адаптация;
- 3) деградация;
- 4) интеграция;
- 5) интерпретация.

29. Укажите вариант изложения закона толерантности:

- 1) организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного экологического фактора и узкий в отношении другого;
- 2) существование вида определяется лимитирующими факторами, находящимися как в минимуме, так и в максимуме;
- 3) существование и выносливость организмов определяются самым слабым звеном в цепи их экологических потребностей;
- 4) общее влияние лимитирующих факторов может превысить суммарный дополнительный эффект других факторов;
- 5) в организмах вещество, имеющее более высокую концентрацию, может частично заменить вещество, находящееся в дефиците.

30. Под экологическим оптимумом понимают:

- 1) наиболее благоприятные для жизнедеятельности организма границы экологического фактора;
- 2) нежелание видеть ограничивающее воздействие экологических

- факторов в природопользовании;
- 3) достижение фазы экологического равновесия, наиболее полно сохраняющей биологическое разнообразие;
 - 4) состояние среды, наиболее соответствующее потребностям человека;
 - 5) условия, в которых вид имеет наибольшую способность к размножению.

31. Биомасса – это:

- 1) среда, создаваемая или видоизменяемая сообществом организмов;
- 2) выражаемое в единицах массы количество живого вещества;
- 3) однородная экосистема;
- 4) вещества, производимые из растений и используемые в посевах для борьбы с сорняками;
- 5) исторически сложившийся комплекс живых организмов, обитающих на какой-либо изолированной территории.

32. Укажите название совокупности факторов неживой природы, влияющих на существование организмов:

- 1) абиотические;
- 2) геологические;
- 3) экологические;
- 4) биотические;
- 5) системообразующие.

33. Под биологической продуктивностью понимают:

- 1) количество полезной для людей продукции, которое способно дать сельскохозяйственное угодье в единицу времени;
- 2) неспособность экосистем к саморегуляции и самовосстановлению;
- 3) биомасса, производимая популяцией (сообществом) на единице площади в единицу времени;
- 4) мероприятия по увеличению хозяйственной производительности угодий;
- 5) способность экосистем к саморегуляции и самовосстановлению.

34. К группе каких экологических факторов относится сельскохозяйственная деятельность человека?

- 1) антропогенных;
- 2) биотических;
- 3) биологических;
- 4) абиотических;
- 5) географических.

35. Укажите название организмов, способных синтезировать из неорганических веществ органические:

- 1) гетеротрофы;
- 2) консументы;
- 3) паразиты;
- 4) продуценты;

- 5) редуценты.
- 36. Укажите экологическую систему глобального масштаба:**
- 1) биосфера;
 - 2) Тихий океан;
 - 3) стратосфера;
 - 4) Арктика;
 - 5) Черное море.
- 37. Экологическая пирамида масс – это:**
- 1) установление норм и стандартов на компоненты природной среды;
 - 2) условное понятие, применяемое для оценки роли растений и животных в природе и хозяйственной деятельности человека;
 - 3) изображенное в виде графической модели соотношение между консументами и редуцентами экологической системы;
 - 4) изображенное в виде графической модели соотношение между продуцентами и редуцентами экологической системы;
 - 5) изображенное в виде графической модели соотношение между продуцентами и консументами экологической системы.
- 38. Экосистема – это совокупность:**
- 1) фитоценоза и экотопа;
 - 2) зооценоза и биотопа;
 - 3) микроценоза и биотопа;
 - 4) биотопа и экотопа;
 - 5) биоценоза и биотопа.
- 39. Автором «закона 10%» является:**
- 1) В. И.Вернадский;
 - 2) Э. Геккель;
 - 3) В. Шелфорд;
 - 4) Ю. Либих;
 - 5) Р. Линдеман.
- 40. Зооценоз – это совокупность организмов определенного вида, называемых:**
- 1) растениями;
 - 2) животными;
 - 3) хищниками;
 - 4) микроорганизмами;
 - 5) простейшими.

Тема «Особенности взаимодействия общества и природной среды»

- 1. Что такое «антропогенная нагрузка»?**
- 1) соотношение силы антропогенных воздействий и степени восстановительных способностей природы;
 - 2) степень воздействия людей на природу в целом или на ее отдельные элементы;

- 3) степень непосредственного влияния отдыхающих людей, их транспортных средств, строительства временных и дачных жилищ на природные комплексы или рекреационные объекты;
 - 4) размер дополнительной тепловой энергии, поступающей от промышленности, коммунального и сельского хозяйства, на единицу площади территории или объема водного бассейна;
 - 5) любое изменение природных условий, превышающее биологические или социально-экономические способности человека к адаптации.
- 2. Укажите признак экологического кризиса:**
- 1) загрязнение окружающей среды в г. Минске;
 - 2) исчезновение некоторых видов животных и растений;
 - 3) обратимое изменение равновесного состояния природных комплексов;
 - 4) необратимое изменение равновесного состояния природных комплексов;
 - 5) миграция живых организмов на большие расстояния.
- 3. Автором современных законов экологии, характеризующих взаимоотношения общества и природной среды, является:**
- 1) Э. Геккель;
 - 2) Р. Линдеман;
 - 3) Ю. Либих;
 - 4) Б. Коммонер;
 - 5) В. Шелфорд.
- 4. Укажите вид загрязнения, связанного с массовым размножением патогенных для человека и животных микроорганизмов:**
- 1) физическое;
 - 2) химическое;
 - 3) биологическое;
 - 4) радиационное;
 - 5) механическое.
- 5. Укажите верное содержание понятия «трансграничное загрязнение»:**
- 1) загрязнение на границе двух природных сред – воздушной и водной;
 - 2) загрязнение, возникающее на территории одного региона, последствия которого проявляются в пределах другого (других) регионов;
 - 3) загрязнение, глобальное по своим масштабам;
 - 4) загрязнение, обусловленное выбросами крупных предприятий на территорию в сотни квадратных километров;
 - 5) загрязнение, обусловленное одним источником выбросов.
- 6. Антропогенный обмен веществ представляет собой:**
- a) замкнутый цикл;
 - b) открытую систему;
 - c) вовлечение природных ресурсов в хозяйственный оборот;
 - d) процесс передачи вещества в трофической цепи;
 - e) циклический процесс обмена ресурсами между предприятиями.

- 1) *a, b*; 2) *a, c*; 3) *b, c*; 4) *a, d*; 5) *d, e*.
- 7. Среднестатистический житель г. Минска ежегодно «производит» около:**
- 1) 100 кг ТБО;
 - 2) 200 кг ТБО;
 - 3) 300 кг ТБО;
 - 4) 400 кг ТБО;
 - 5) 500 кг ТБО.
- 8. К естественному загрязнению биосферы относится:**
- a) космическая пыль;
 - b) насыщенные солями морские брызги;
 - c) цементная пыль;
 - d) дым от сжигаемого органического топлива;
 - e) пар от извержения гейзера.
- 1) *a, b, c*; 2) *a, c, d*; 3) *b, c, e*; 4) *a, b, e*; 5) *b, d, e*.
- 9. Какое из загрязнений по классификации не относится к загрязнению по видам загрязнителей?**
- 1) химическое;
 - 2) физическое;
 - 3) водное;
 - 4) механическое;
 - 5) биологическое.
- 10. Эффект бумеранга заключается в:**
- 1) возвращении экосистемы в исходное состояние;
 - 2) резком усилении воздействия человека на природу в результате НТР;
 - 3) смещении экологического равновесия;
 - 4) резком увеличении влияния измененной людьми природы на общественное развитие;
 - 5) возникновении глобальных экологических проблем современности.
- 11. Укажите значение понятия «парниковый эффект»:**
- a) увеличение температуры и влажности в замкнутом пространстве теплицы или парника;
 - b) воздействие измененной человеком природы на хозяйство и здоровье людей;
 - c) усиленный выброс углекислого газа в местах концентрации промышленности и населения;
 - d) комплекс мероприятий по удалению излишков воды из почв;
 - e) количество воды, обеспечивающее максимальный темп роста и созревания растений.
- 1) *a, b*; 2) *b, c*; 3) *c, d*; 4) *d, e*; 5) *a, e*.
- 12. Укажите исторический этап взаимодействия человека с природной средой, где проявляются последствия глобального экологического кризиса:**

- 1) новокаменный век;
- 2) древнекаменный век;
- 3) эпоха промышленного переворота;
- 4) эпоха научно-технического прогресса;
- 5) этот период точно не определен.

13. Принцип совместной эволюции природы и общества предполагает:

- 1) такое развитие общества и природы, при котором развитие общества не нарушает гармонии развития биосферы, частью которой оно является;
- 2) естественное разрушение обществом биосферы;
- 3) развитие общества и природы, определяющее необходимость полного хозяйственного преобразования биосферы;
- 4) развитие общества и природы, при котором развитие общества нарушает развитие биосферы;
- 5) консервацию научно-технического прогресса, остановку развития техносферы как необходимое условие выживания человечества.

14. Что такое агроэкосистема?

- 1) не нарушенная антропогенным воздействием экологическая система;
- 2) экологическая система, сформированная без участия человека;
- 3) разнообразность ландшафта, где промышленная деятельность человека определяет функционирование и структуру ландшафта;
- 4) географический ландшафт;
- 5) разнообразность ландшафта, где сельскохозяйственная деятельность человека определяет функционирование и структуру ландшафта.

15. Оптимальная биологическая емкость планеты для человека равна:

- 1) 1–1,5 млрд.;
- 2) 3, 4 млрд.;
- 3) 5, 6 млрд.;
- 4) 6, 7 млрд.;
- 5) 7, 10 млрд.

16. К антропогенным источникам загрязнения окружающей среды не относятся:

- 1) автомобильный транспорт;
- 2) сельское хозяйство;
- 3) вулканы и гейзеры;
- 4) промышленные предприятия;
- 5) испытания вооружений на полигонах.

17. Основной причиной гибели древних цивилизаций, экономическое процветание которых было связано с сельским хозяйством, стали:

- 1) климатические изменения;
- 2) захватнические войны;
- 3) хищническая эксплуатация земельных ресурсов;
- 4) загрязнение атмосферы углекислым газом;
- 5) наводнения.

- 18. Для урбанизированных систем не характерно:**
- a) большое видовое разнообразие;
 - b) уменьшение биологического разнообразия;
 - c) ограниченность увеличения биомассы;
 - d) повышенная численность животных;
 - e) естественный отбор.
- 1) a, b, c; 2) a, c, d; 3) a, d, e; 4) a, b, e; 5) c, d, e.*
- 19. К антропогенным источникам загрязнения окружающей среды не относятся:**
- a) цунами;
 - b) сельское хозяйство;
 - c) транспорт;
 - d) промышленность;
 - e) гейзеры.
- 1) a, b; 2) a, c; 3) a, d; 4) a, e; 5) c, d.*
- 20. Вещества, которые, поступая в окружающую среду, не сразу или вообще не включаются в естественную циркуляцию, называются:**
- 1) минеральными удобрениями;
 - 2) пестицидами;
 - 3) тяжелыми металлами;
 - 4) бытовыми отходами;
 - 5) радиоактивными элементами.

Тема «Экология и обеспечение качества воздушного бассейна»

- 1. Укажите вид загрязнения, наносящего минимальный вред состоянию атмосферы:**
- 1) шумовое;
 - 2) химическое;
 - 3) тепловое;
 - 4) биологическое;
 - 5) электромагнитное.
- 2. Укажите прямое следствие повышения концентрации углекислого газа в атмосфере:**
- 1) усиление эрозии почв;
 - 2) сокращение биологического разнообразия;
 - 3) увеличение температуры приземного слоя воздуха;
 - 4) образование пыльных бурь;
 - 5) рост числа наводнений.
- 3. Укажите экономические функции атмосферы:**
- a) защитная;
 - b) транспортная (среда для перемещения летательных аппаратов);
 - c) терморегулирующая;
 - d) энергетическая;

- е) участие в круговороте воды.
1) *a, b*; 2) *b, c*; 3) *a, c*; 4) *b, d*; 5) *c, e*.
- 4. Укажите экологические функции атмосферы:**
- а) защитная;
 - б) транспортная (среда для перемещения летательных аппаратов);
 - в) терморегулирующая;
 - г) энергетическая;
 - е) источник сырья (азот, кислород, аргон).
- 1) *a, b*; 2) *b, c*; 3) *a, c*; 4) *b, d*; 5) *c, e*.
- 5. Основным источником поступления парниковых газов в атмосферу является:**
- 1) химическая промышленность;
 - 2) сельское хозяйство;
 - 3) энергетическая промышленность;
 - 4) промышленность строительных материалов;
 - 5) коммунальное хозяйство.
- 6. Укажите меру, которая приводит к минимальному снижению загрязненности воздуха после ее реализации:**
- 1) переход предприятия на использование альтернативных видов энергии;
 - 2) установка скрубберов – решеток с химическими реагентами;
 - 3) замена технологического оборудования на основном производстве;
 - 4) увеличение высоты производственной трубы;
 - 5) замена технологического оборудования на очистных сооружениях.
- 7. Санитарно-защитная зона представляет собой территорию:**
- 1) радиусом 5 км от центрального производственного здания;
 - 2) вокруг предприятия, где возможно превышение ПДК;
 - 3) в пределах городской кольцевой дороги;
 - 4) предназначенную для временного проживания людей;
 - 5) заводских производственных и очистных сооружений.
- 8. Основным источником антропогенного загрязнения воздушной среды в Республике Беларусь является:**
- 1) энергетическая промышленность;
 - 2) автомобильный транспорт;
 - 3) химическая промышленность;
 - 4) железнодорожный транспорт;
 - 5) сельское хозяйство.
- 9. Укажите отрасль промышленности, наносящую максимальный вред в загрязнение атмосферы в РБ:**
- 1) машиностроение и металлообработка;
 - 2) нефтепереработка;
 - 3) промышленность стройматериалов;
 - 4) энергетика;
 - 5) химия и нефтехимия.

- 10. Повышение концентрации каких веществ является причиной выпадения «кислотных» дождей?**
- 1) оксидов углерода;
 - 2) формальдегида и аммиака;
 - 3) оксидов серы;
 - 4) углеводородов;
 - 5) соединений ртути.
- 11. Укажите следствие накопления в атмосфере углекислого газа:**
- 1) снижение прозрачности атмосферного воздуха;
 - 2) снижение плотности атмосферного воздуха;
 - 3) появление озоновых «дыр»;
 - 4) выпадение «кислотных» дождей;
 - 5) увеличение температуры приземного слоя воздуха.
- 12. Озоновый экран – слой озона в верхних слоях атмосферы, который:**
- 1) уменьшает тепловое излучение Земли в космическое пространство;
 - 2) препятствует попаданию на поверхность планеты метеоритных частиц;
 - 3) защищает Землю от ультрафиолетового излучения Солнца;
 - 4) нейтрализует ионизирующее излучение космоса;
 - 5) участвует в терморегуляции атмосферы.
- 13. Укажите вещества, являющиеся основными разрушителями озонового слоя:**
- 1) оксиды серы;
 - 2) пары ртути;
 - 3) фреоны;
 - 4) оксиды углерода;
 - 5) оксиды азота.
- 14. К антропогенному загрязнению атмосферы относится:**
- 1) космическая пыль;
 - 2) вулканическая пыль;
 - 3) цементная пыль;
 - 4) газ вулканического происхождения;
 - 5) пыльца деревьев.
- 15. К естественному загрязнению атмосферы относится:**
- 1) цементная пыль;
 - 2) пыль от работы транспортных магистралей;
 - 3) пыль от проведения посевных работ;
 - 4) дым от сжигаемого органического топлива;
 - 5) дым вулканического происхождения.
- 16. Основными загрязнителями атмосферы являются:**
- 1) радиоактивные элементы;
 - 2) твердые вещества;
 - 3) жидкости;
 - 4) жидкие кристаллы;
 - 5) газообразные вещества.

- 17. К естественным источникам загрязнения атмосферы не относится:**
- 1) фонтанирующий гейзер;
 - 2) сельское хозяйство;
 - 3) извергающийся вулкан;
 - 4) морской бриз;
 - 5) пыльца деревьев.
- 18. К антропогенным источникам загрязнения атмосферы не относится:**
- 1) транспорт;
 - 2) сельское хозяйство;
 - 3) теплоэнергетика;
 - 4) промышленное предприятие;
 - 5) пыль космического происхождения.
- 19. К группе каких мероприятий по регулированию состояния воздушного бассейна относится озеленение городов?**
- 1) технологических;
 - 2) санитарно-технических;
 - 3) планировочных;
 - 4) правовых;
 - 5) экономических.
- 20. Укажите атмосферный слой, в котором сосредоточена основная масса воздуха:**
- 1) тропосфера;
 - 2) стратосфера;
 - 3) ионосфера;
 - 4) мезосфера;
 - 5) экзосфера.
- 21. В каком случае возникает прямой экономический эффект от проведения мероприятий по снижению загрязненности воздуха?**
- 1) увеличение высоты производственной трубы;
 - 2) установка циклонов и электрофильтров;
 - 3) контроль за содержанием в воздухе тяжелых металлов;
 - 4) соблюдение правовых норм;
 - 5) размещение предприятий с учетом «розы ветров».
- 22. Укажите, какой газ преобладает в составе атмосферы:**
- 1) кислород;
 - 2) водород;
 - 3) азот;
 - 4) аргон;
 - 5) гелий.
- 23. Облака и грозы образуются в слое атмосферы под названием:**
- 1) тропосфера;
 - 2) стратосфера;
 - 3) мезосфера;

- 4) ионосфера;
 - 5) экзосфера.
- 24. При каких значениях индекса загрязнения атмосферы, рассчитываемого по 5 показателям, загрязнение атмосферы будет низким?**
- 1) 1;
 - 2) 2;
 - 3) 3;
 - 4) 4;
 - 5) 5.
- 25. Киотский протокол регулирует выбросы в атмосферу:**
- 1) тяжелых металлов;
 - 2) парниковых газов;
 - 3) канцерогенных веществ;
 - 4) радиоактивных веществ;
 - 5) отравляющих веществ.

**Тема «Эколого-экономические аспекты использования
и охраны водных ресурсов»**

- 1. Что такое биологическая очистка воды?**
- 1) устранение из сточных вод организмов, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека и природу;
 - 2) обезвреживание водных загрязнений с помощью биологических объектов;
 - 3) устранение посторонних примесей из вод с помощью физико-химических методов;
 - 4) удаление взвешенных в воде веществ с помощью механических устройств;
 - 5) удаление загрязнителей с помощью химических реагентов.
- 2. Озонирование – это:**
- 1) способ обработки земли в сельском хозяйстве;
 - 2) способ обеззараживания воды;
 - 3) процесс разрушения озонового слоя;
 - 4) процесс снижения выбросов в гидросферу;
 - 5) способ очистки выхлопных газов.
- 3. Выделите два классификационных признака, характеризующие природный ресурс под названием «вода»:**
- a) возобновимые;
 - b) невозобновимые;
 - c) исчерпаемые;
 - d) неисчерпаемые;
 - e) рыночные.
- 1) a, b; 2) b, c; 3) c, d; 4) d, e; 5) a, d.

- 4. Выделите два классификационных признака, характеризующие часть водных ресурсов под названием «пресные воды»:**
- a) возобновимые;
 - b) невозобновимые;
 - c) исчерпаемые;
 - d) неисчерпаемые;
 - e) рыночные.
- 1) a, b; 2) a, c; 3) a, d; 4) a, e; 5) b, d.*
- 5. Укажите составляющие механической очистки воды:**
- a) процеживание;
 - b) фильтрование;
 - c) нейтрализация;
 - d) биофильтрация;
 - e) кристаллизация.
- 1) a, b; 2) b, c; 3) c, d; 4) d, e; 5) a, e.*
- 6. Укажите верный вариант завершения следующего утверждения: «Основная часть водных ресурсов в Республике Беларусь используется ...»:**
- 1) на хозяйственно-питьевые нужды;
 - 2) на орошение, обводнение, сельскохозяйственное водоснабжение;
 - 3) на производственные нужды;
 - 4) на прудовое рыбное хозяйство;
 - 5) на нужды энергетики.
- 7. Укажите, какие из перечисленных ниже процессов характерны для механической очистки воды:**
- a) центрифугирование;
 - b) процеживание;
 - c) отстаивание;
 - d) фильтрование;
 - e) компостирование.
- 1) a, b; 2) b, c; 3) b, d; 4) d, e; 5) b, e.*
- 8. Укажите наиболее загрязненную реку Беларуси:**
- 1) Свислочь;
 - 2) Березина;
 - 3) Западная Двина;
 - 4) Сож;
 - 5) Неман.
- 9. Сведения об обмене водой между океанами важны для оценки:**
- 1) глобального перераспределения загрязнителей;
 - 2) глобального обмена влагой;
 - 3) данных о воздействии избыточного количества влаги на живые организмы;
 - 4) размещения сельскохозяйственных предприятий;
 - 5) мест возможного строительства населенных пунктов.

- 10. Основным водопотребителем в Республике Беларусь является:**
- 1) рыбное хозяйство;
 - 2) сельское хозяйство;
 - 3) жилищно-коммунальное хозяйство;
 - 4) теплоэнергетика;
 - 5) водный транспорт.
- 11. Из представленного списка выберите водопользователей:**
- a) рыбное хозяйство;
 - b) сельское хозяйство;
 - c) жилищно-коммунальное хозяйство;
 - d) химическая промышленность;
 - e) водный транспорт.
- 1) a, b; 2) a, c; 3) a, d; 4) a, e; 5) c, d.*
- 12. К эвтрофикации (зарастанию) водоема приводит повышение содержания в воде:**
- 1) калия и углекислого газа;
 - 2) азота и фосфора;
 - 3) натрия и калия;
 - 4) азота и углекислого газа;
 - 5) натрия и фосфора.
- 13. Выберите среди указанных функций гидросферы экологические:**
- a) источник электроэнергии;
 - б) среда распространения света и звука;
 - в) влияние на формирование климата;
 - г) источник продуктов питания;
 - д) для рекреационных целей.
- 1) a, б; 2) б, в; 3) в, г; 4) г, д; 5) a, д.*
- 14. Выберите среди указанных функций гидросферы экономические:**
- a) условие жизни на Земле;
 - б) среда распространения света и звука;
 - в) влияние на формирование климата;
 - г) источник продуктов питания;
 - д) для рекреационных целей.
- 1) a, б; 2) б, в; 3) в, г; 4) г, д; 5) a, д.*
- 15. Подавляющую часть гидросферы (94 %) составляют:**
- 1) подземные воды;
 - 2) моря и океаны;
 - 3) лед и снег Арктики;
 - 4) горные ледники;
 - 5) лед и снег Антарктики.
- 16. Сколько процентов от общего объема гидросферы составляют пресные воды?**
- 1) около 30;

- 2) около 25;
- 3) около 15;
- 4) около 10;
- 5) около 2.

17. Укажите экономические функции гидросферы:

- a) использование в целях транспортировки;
- b) источник продуктов питания;
- c) условие жизни на Земле;
- d) среда распространения света и звука;
- e) участие в газообмене.

1) a, b; 2) b, c; 3) c, d; 4) d, e; 5) b, d.

18. Укажите экологические функции гидросферы:

- a) источник продуктов питания;
- b) всеобщий растворитель;
- c) использование в целях транспортировки;
- d) условие жизни на Земле;
- e) использование в сельском хозяйстве.

1) a, b; 2) b, c; 3) c, d; 4) d, e; 5) b, d.

19. Особенностью гидрологического режима территории Республики Беларусь является:

- 1) низкая обводненность поверхностного стока;
- 2) низкая обводненность подземного стока;
- 3) дефицит пресных вод;
- 4) максимальная потребность в наименее обеспеченных водными ресурсами регионах;
- 5) максимальная потребность в наиболее обеспеченных водными ресурсами регионах.

20. Разбавление сточных вод чистой водой заканчивается при достижении:

- 1) их соотношения 50 % на 50 %;
- 2) их соотношения 25 % на 75 %;
- 3) их соотношения 75 % на 25 %;
- 4) концентрации загрязнителя, равной ПДК;
- 5) нулевой концентрации загрязнителя.

**Тема «Проблемы использования и охраны земельных
и биологических ресурсов»**

1. Какой процент земельного фонда Республики Беларусь занимают особо охраняемые природные территории?

- 1) 10;
- 2) 7,9;
- 3) 20;
- 4) 5,5;

- 5) 3,5.
- 2. Укажите категорию земель, занимающую наибольшую долю в структуре земельного фонда Республики Беларусь:**
- 1) сельскохозяйственные угодья;
 - 2) леса;
 - 3) пески, болота, кустарники;
 - 4) нарушенные земли;
 - 5) земли, отведенные под дороги, застройки, торфоразработки.
- 3. Укажите верное содержание понятия «пестициды»:**
- 1) один из видов минеральных удобрений, используемых в сельском хозяйстве;
 - 2) химические вещества, используемые как ядохимикаты в сельском хозяйстве;
 - 3) химические вещества, используемые для производства полимеров;
 - 4) химические вещества, образующиеся при разложении остатков растений;
 - 5) химические вещества, используемые для производства удобрений.
- 4. Укажите негативные последствия внесения минеральных удобрений в больших количествах:**
- a) разрушение озонового слоя;
 - b) загрязнение атмосферы;
 - c) накопление в растениях;
 - d) зарастание и гибель водоемов;
 - e) пищевое отравление.
- 1) a, b; 2) b, c; 3) c, d; 4) d, e; 5) a, c.*
- 5. Доля лесов в структуре земельного фонда Республики Беларусь составляет около:**
- 1) 15 %;
 - 2) 25 %;
 - 3) 35 %;
 - 4) 45 %;
 - 5) 55 %.
- 6. Назовите две основные причины опустынивания:**
- a) засоление почв;
 - b) водная и ветровая эрозия;
 - c) вырубка древесно-кустарниковой растительности;
 - d) использование в больших количествах минеральных удобрений;
 - e) загрязнение земель радионуклидами.
- 1) a, b; 2) b, c; 3) c, d; 4) d, e; 5) a, d.*
- 7. Укажите верное определение понятия «рекультивация»:**
- 1) использование вторичных ресурсов в промышленном производстве;
 - 2) этап процесса обработки минеральных ресурсов;
 - 3) восстановление плодородия почвы с помощью технических средств;
 - 4) способ выращивания сельскохозяйственных культур;
 - 5) самоочищение почвы от радиоактивных веществ.

8. Термин «мелиорация» означает:

- 1) разрушение почвенного слоя под действием воды или ветра;
- 2) разрушение почвенного слоя под воздействием человека;
- 3) восстановление баланса веществ в почве естественным путем;
- 4) восстановление баланса веществ в почве путем внесения пестицидов;
- 5) комплекс работ по улучшению земель.

9. Что определяет плодородие почвы?

- 1) отсутствие загрязняющих веществ;
- 2) соблюдение технологии внесения пестицидов;
- 3) достаточное содержание питательных веществ;
- 4) растительный покров;
- 5) распаханность территории свыше 30 %.

10. Что из перечисленного приводит к эрозии почвы?

- 1) отвод земель под хранилище отходов;
- 2) вырубка лесов;
- 3) ухудшение качества по причине техногенного загрязнения;
- 4) распаханность территории менее 30 %;
- 5) создание полос-буферов из кустарниковых пород.

11. Укажите фактор почвообразования:

- 1) смещение земельных пластов;
- 2) засоление почв;
- 3) внесение определенного количества пестицидов;
- 4) обработка почвы с помощью технических средств;
- 5) деятельность микроорганизмов.

12. Красная книга содержит сведения о:

- 1) редких природных комплексах;
- 2) видах животных и растений, измененных в результате мутационных процессов;
- 3) биологическом разнообразии определенного региона;
- 4) редких и исчезающих видах животных и растений;
- 5) численности отдельных видов животных на данной территории.

13. К особо охраняемым природным территориям и объектам в Республике Беларусь не относятся:

- 1) заповедники;
- 2) памятники истории, являющиеся частью культурного наследия;
- 3) обширные территории, на которых временно или постоянно запрещены отдельные виды хозяйственной деятельности;
- 4) памятники природы;
- 5) заказники.

14. Укажите верное определение понятия «эрозия»:

- 1) засоление почв;
- 2) разрушение почвы под действием поверхностного стока или ветра;
- 3) устойчивое ухудшение свойств почвы как среды обитания живых

- организмов;
- 4) снижение биологической продуктивности почв;
 - 5) радиационное загрязнение почвы.
- 15. К территориям, выделенным с целью сохранения одного или нескольких видов природных ресурсов, относят:**
- 1) заповедники;
 - 2) заказники;
 - 3) национальные парки;
 - 4) ботанические сады;
 - 5) парковые насаждения.
- 16. Главной причиной ограничения применения пестицидов в странах с развитым сельским хозяйством является:**
- 1) низкая экономическая эффективность их использования;
 - 2) уменьшение запасов природного сырья, необходимого для их производства;
 - 3) негативное воздействие на организм человека и окружающую среду продуктов их разложения;
 - 4) резкое сокращение их промышленного производства;
 - 5) значительное подорожание технологий их производства.
- 17. Основным источником поступления кислорода в атмосферу Земли являются:**
- 1) влажные тропические леса;
 - 2) водоросли Мирового океана;
 - 3) химические реакции, происходящие в абиотической среде;
 - 4) извержения гейзеров;
 - 5) комнатные растения.
- 18. Укажите количество пахотных земель в расчете на одного жителя Беларуси:**
- 1) 0,5 га;
 - 2) 0,6 га;
 - 3) 0,9 га;
 - 4) 1 га;
 - 5) 1,2 га.
- 19. Европейским лесам угрожает опасность полного исчезновения по причине:**
- 1) похолодания климата;
 - 2) иссушения почв;
 - 3) выпадения «кислотных» дождей;
 - 4) увеличения экспорта древесины;
 - 5) строительства крупных населенных пунктов.
- 20. Пестициды, применяемые в сельском хозяйстве, накапливаются не только в продуктах питания, но и:**
- a) в подземных водах;

- b) в приземном слое воздуха;
 - c) на обочинах дорог;
 - d) в корневой системе сорняков;
 - e) в телах почвенных бактерий.
- 1) a, b; 2) b, c; 3) c, d; 4) d, e; 5) a, d.

21. Одним из характерных признаков агроэкосистемы является:

- 1) большое биологическое разнообразие;
- 2) способность к саморегуляции и длительному развитию;
- 3) преобладание естественного отбора в развитии агроэкосистемы;
- 4) потребность в дополнительном вложении энергии со стороны человека;
- 5) естественный круговорот веществ и энергии.

22. Укажите особо охраняемые природные территории, где охранный деятельность сочетается с рекреационной:

- 1) заповедники;
- 2) заказники;
- 3) национальные парки;
- 4) ботанические сады;
- 5) парковые насаждения.

23. Укажите срок образования 1–2 см почвы в естественных условиях:

- 1) 1 месяц;
- 2) 1 год;
- 3) 10 лет;
- 4) 100 лет;
- 5) 500 лет.

24. Какая из перечисленных функций леса характеризует его как природный ресурс?

- 1) климатическая;
- 2) санитарно-гигиеническая;
- 3) почвозащитная;
- 4) рекреационная;
- 5) водоохранная.

25. В составе лесов Беларуси преобладает:

- 1) ель
- 2) сосна;
- 3) береза;
- 4) осина;
- 5) ольха.

26. Сколькими типами почв представлен почвенный покров Беларуси?

- 1) 5;
- 2) 9;
- 3) 10;
- 4) 11;
- 5) 15.

27. Укажите почвы, преобладающие в Республике Беларусь:

- 1) песчаные и супесчаные;
- 2) дерново-подзолистые;
- 3) торфяные;
- 4) глинистые и суглинистые;
- 5) черноземные.

28. Укажите причину деградации земель:

- 1) поступление химических веществ в количествах и концентрациях, не превышающих естественный уровень;
- 2) закрытый способ добычи полезных ископаемых;
- 3) смыв или развеивание частей верхнего слоя почвы и осадение в новых местах;
- 4) лесопосадка;
- 5) эволюция животного мира.

29. Укажите главную причину обеднения биологического разнообразия:

- 1) эволюция растительного мира;
- 2) эволюция животного мира;
- 3) стихийные бедствия;
- 4) разрушение мест обитания организмов;
- 5) лесонасаждения.

30. К какой классификации относится загрязнение почв?

- 1) по видам загрязнителей;
- 2) по объектам загрязнения;
- 3) по продолжительности загрязнения;
- 4) по происхождению загрязнителей;
- 5) по масштабу загрязнения.

Литература

Основная литература

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера/В.И.Вернадский. - М.:Айрис-Пресс, 2007. – 575 с.
2. Киселев В.Н. Основы экологии: учеб.пособие для вузов / В.Н.Киселев.- Минск: Універсітэцкае, 2000. – 384 с.
3. Маврищев В.В. Общая экология: курс лекций В.В.Маврищев. 2-е изд., испр. – Минск: Новое знание, 2007. – 298с.
4. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф. «Основы промышленной экологии», Минск, Вышэйшая школа, 2001 г.
5. Гаев А.Я., Нарижная В.Е., Забылин М.И. «Экологические основы строительного производства», Свердловск, изд-во Уральского университета, 1990 г.
6. Журавлев В.П., Серпокровлов Н.С., Пушенко С.Л. «Охрана окружающей среды в строительстве», Москва, АСВ, 1995 г.
7. Маслов Н.В. «Градостроительная экология», Москва, «Высшая школа», 2001 г.
8. Передельский Л.В., Приходченко О.Е. «Строительная экология», Ростов-на-Дону, изд-во «Феникс», 2003 г.
9. Трофимов В.Г. «Экологические функции литосферы», изд-во МГУ, 2000 г.
10. Колобаев А.Н. «Рациональное использование и охрана водных ресурсов» - Мн.: БНТУ, 2005
11. Баранов Н.Н., Ленкевич Р.И., Ерохина Ю.А. «Основы экологии» Практикум для студентов строительных специальностей – Мн.: БНТУ, 2016
12. Баранов Н.Н., Колпашников Г.А., Ленкевич Р.И. «Основы экологии» Лабораторные работы для студентов строительных специальностей – Мн.: БНТУ, 2012

Дополнительная литература

13. Одум Ю. «Экология». Перевод с английского. М., Мир, 1986 г.
14. Реймерс И.Ф. «Экология», Москва, «Россия молодая», 1994 г.
15. Международный стандарт по системе экологического менеджмента ISO14000
16. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2015 г. – <http://www.minpriroda.gov.by/ru/ecoza2015/> (дата доступа 25.05.2020)
17. Международный стандарт экологического менеджмента 14042, 2013 г.
18. Состояние природной среды Беларуси: ежегодное информационно-аналитическое издание / В.М. Бурак, Г.И. Глазачева, Т.И. Курлович, Д.Д. Бычек, Е.А. Ботян, О.Л. Захарова, Е.В. Баутрель, Н.В. Макаревич – Под общей редакцией к.г.н. М.А.Ересько. – Минск: РУП «Бел НИЦ «Экология», 2019. – 109 с.

Интернет-ресурсы Белорусские сайты по экологической тематике

1. www.minpriroda.by-сайт министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.
2. <http://ecoinfoby.net>-сайт Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (НСМОС).
3. <http://www.aarhusbel.com>-сайт Орхусского центра Республики Беларусь.

Зарубежные русскоязычные сайты по экологической тематике

1. <http://www.priroda.ru>-Российский «Национальный портал Природа»
2. <http://www.ecoport.ru>-«Всероссийский Экологический Портал».