

Белорусский национальный технический университет
Факультет горного дела и инженерной экологии
Кафедра «Экология»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

_____ **Г.И. Морзак**

«__» _____ **2013 г.**

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

_____ **П.В. Цыбуленко**

«__» _____ **2013 г.**

ЭЛЕКТРОННЫЙ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ

« ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ »

для студентов всех специальностей

Составители: Левданская В.А., Бельская Г.В., Карпинская Е.В.

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета факультета горного дела и инженерной
экологии «1» июля 2013 г., протокол № 10

Перечень материалов

Учебно-методический комплекс (УМК) содержит сведения о новейших достижениях в области экологических исследований, которые необходимы для выполнения лабораторных работ. УМК создано на базе размещенного в библиотеке БНТУ электронного ресурса курса лекций по дисциплине «Основы экологии» для всех специальностей БНТУ (регистрационный номер БНТУ/ФГДЭ 89-57.2012 от 01.06.2012г.) согласно типовой программы, утвержденной 04.05.2011г. Первым заместителем Минобразования РБ А.И. Жуком (регистрационный номер ТД – 1.740.). ЭУМК содержит информационную справку экологических сайтов.

В учебном комплексе в теоретической части рассматриваются вопросы по структуре и функциям экологических систем, на примере биосферы, дается понятие экологических факторов и базирующихся на них основных законов экологии. В прикладном разделе теоретической части характеризуются все компоненты окружающей среды и последствия их изменения под действием антропогенной нагрузок - глобальное потепление, состояние озонового экрана, проблема кислотных осадков, образование фотохимического смога в мегаполисах, изменение качества воды в природных объектах и грунтовых водах, проблема деградации и опустынивания земельных ресурсов, сокращение биоресурсов как в глобальном масштабе, так и в рамках РБ.

Практическая часть сочетается с теорией УМК перечнем лабораторных работ, закрепляющих теоретическую базу по основным проблемным вопросам. В ЭУМК должное внимание уделяется экологическим вопросам, характерным для Республики Беларусь с использованием нормативной базы.

Пояснительная записка

Цель УМК – теоретическое и практическое обучение студентов всех специальностей БНТУ фундаментальным вопросам в области экологии, которые являются научной основой для практической природоохранной деятельности, рационального природопользования и способствуют формированию экологической культуры у студентов.

Изучение начинается с формирования представлений об объекте исследования, содержании, задачах и междисциплинарных связях экологии как науки, экологических факторах и экологических законов, позволяющих будущим специалистам на местах решать практические вопросы с целью снижения нагрузок на окружающую среду.

Рекомендация по организации работы с УМК – предлагается использовать при изучении дисциплины с учетом дифференцированного подхода к обучению студентов различных специальностей, специализаций и профилей.

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методический комплекс предназначен для студентов высших учебных заведений, обучающихся на различных факультетах.

Актуальность решения экологических проблем и обеспечение благоприятных условий жизни современных и будущих поколений ставит перед высшей школой новые задачи в области экологического образования и воспитания студентов.

В основу курса «Основы экологии» положены фундаментальные знания в области экологии, которые являются научной основой для практической природоохранной деятельности, рационального природопользования и способствуют формированию экологической культуры студентов, магистрантов и аспирантов.

Изучение начинается с формирования представлений об объекте исследования, содержании, задачах и междисциплинарных связях экологии как науки, экологических факторах. Большое внимание уделяется знакомству с особенностями функционирования биологических макросистем (популяции, биоценоза, экосистемы и биосферы).

Так же раскрываются основные формы взаимодействия общества и природы, характерные особенности социального обмена, последствия негативного воздействия антропогенных факторов на природу. В учебно-методическом комплексе рассматриваются вопросы рационального природопользования, природоохранное законодательство как инструмент регулирования взаимодействия общества и природы, основные направления международного сотрудничества в области экологии и охраны природы.

Важной структурной частью комплекса является раздел об экологических проблемах современности. В данном разделе обозначаются категории экологических проблем, раскрывается суть глобальных экологических проблем и экологических проблем нашей страны.

В пособии рассматриваются основные аспекты экологического образования

и воспитания (цели, задачи, этапы, формы и методы). Основное внимание в данном разделе уделяется системе экологических знаний в учебных заведениях разного уровня.

Тема 1. Экология как наука. Взаимодействие общества с природой на современном этапе.

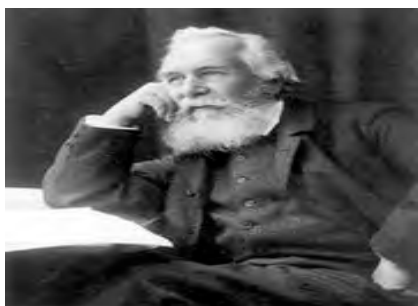
Вопросы темы:

Экология как наука. Предмет и задачи дисциплины. Современные представления об экологии как науке, изучающей закономерности взаимодействия живых организмов с окружающей средой. Связь экологии с другими науками.

Роль и значение экологического образования в процессе подготовки инженеров и их дальнейшей производственной деятельности.

Основные глобальные и региональные экологические проблемы в современном мире. Экологические проблемы Республики Беларусь.

Термин «экология» ввел в науку немецкий биолог Эрнст Генрих Геккель в 1866 году. Слово «экология» греческого происхождения, состоит из корней слов двух слов: «ойкос» (в германских и славянских языках «экос») — дом, жилище и «логос» — слово, учение, наука.



«Экология — изучение нашего «природного дома», охватывает изучение всех живущих в нем организмов и всех функциональных процессов, делающих этот «дом» пригодным для жизни. В буквальном смысле экология — это наука об организмах «у себя дома», наука, в которой особое внимание уделяется «совокупности или характеру связей между организмами и окружающей их средой» (Юджин Одум по Уэбстеру).

«Экология занимается вопросами социологии растений, животных, микроорганизмов, их сочетаний» (Б.Г. Розанов).

«Экология относится к числу фундаментальных подразделений биологии, исследующей фундаментальные свойства жизни надорганизменного уровня организации. Иными словами, экология изучает совокупность живых организмов, взаимодействующих друг с другом и образующих с окружающей средой обитания единство (т. е. систему), в пределах которого осуществляется процесс трансформации энергии и органического вещества» (В.Д. Федоров).

«**Современная экология** — это наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают» (Роджер Дажо).

«**Экология** — это наука, исследующая закономерности жизнедеятельности организмов (в любых ее проявлениях, на всех уровнях интеграции) в их естественной среде обитания с учетом изменений, вносимых в среду деятельностью человека» (В.А. Радкевич).

«**Экология** — наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и с окружающей их природной средой, а также структуру и функционирование надорганизменных систем» (В.В. Маврищев).

Ряд ученых дают слишком узкое определение экологии, сводя его к обозначению научной дисциплины, соответствующей одному из разделов экологии.

«**Экология** — это наука о популяциях, и популяция — основной объект изучения экологии» (С.С. Шварц).

«Экологией можно считать науку, изучающую экосистемы, их состав, структуру, функционирование и эволюцию» (О.В. Чистик).

Экология — биологическая наука, исследующая взаимосвязи и взаимоотношения организмов между собой и со средой обитания на всех уровнях интеграции с учетом антропогенного воздействия на окружающую среду.

Экология является интенсивно развивающейся научной дисциплиной, значение которой в жизни нашего общества возрастает. Неудивительно, что в

обиходе встречается некорректное употребление термин «экология». Довольно часто в средствах массовой информации «экология» употребляется как аналог словам «природа» и «окружающая среда», что является неправильным. Иногда в употребление входят такие абсурдные выражения как «плохая экология», «великолепная экология», «загрязнение экологии» и т. д. Явной аномалией являются выражения «экология природы», «экологическая экономика или экоэкономика». Данное сочетание — свидетельство неясного понимания значения слова «экология», что может быть результатом стереотипизированного использования иноязычного слова в приблизительном, неточном значении и сдвига в значении слова [18].

Содержание современной экологии — исследование взаимоотношения организмов друг с другом и со средой обитания на разных уровнях интеграции, изучение жизни биологических макросистем.

Объект исследования экологии — биологические макросистемы и отдельные особи как их составляющие.

В качестве предметов экологических исследований могут выступать динамика популяций, сукцессионные процессы в отдельных экосистемах, структура биоценозов и т. д.

Основные задачи экологии на современном этапе:

- изучение структуры и динамики биологических макросистем;
- выявление законов жизнедеятельности организмов на всех уровнях интеграции;
- прогнозирование и моделирование экологических ситуаций;
- подведение научной базы под охрану природы и рациональное природопользование.

Современная экология имеет следующую *структуру*, включающую несколько направлений:

- ✚ классическая экология (биоэкология) – изучает взаимодействие живых организмов и их систем с окружающей средой;

- ✚ глобальная экология – рассматривает единство и целостность биосферы как глобальной экологической системы;
- ✚ геозэкология – изучает геосистемы разного уровня организации и их изменения в результате антропогенного воздействия (экология океана, моря, суши);
- ✚ экология человека – изучает природную сущность человека, среду его обитания, экологические факторы здоровья;
- ✚ социальная экология – изучает взаимозависимости в системе “общество – окружающая среда”;
- ✚ прикладная экология – это радиационная, промышленная, сельскохозяйственная, медицинская, экономическая экология;
- ✚ экологический мониторинг.

Классическая экология изучает биологические системы на различных уровнях:

- ❖ отдельных особей (организмов);
- ❖ видов (групп особей, способных скрещиваться друг с другом и давать потомство);
- ❖ популяций (особей одного вида, обитающих на определенной территории);
- ❖ сообществ (популяций разных видов растений, животных и микроорганизмов, взаимодействующих между собой в пределах общей территории).

В связи с этим различают:

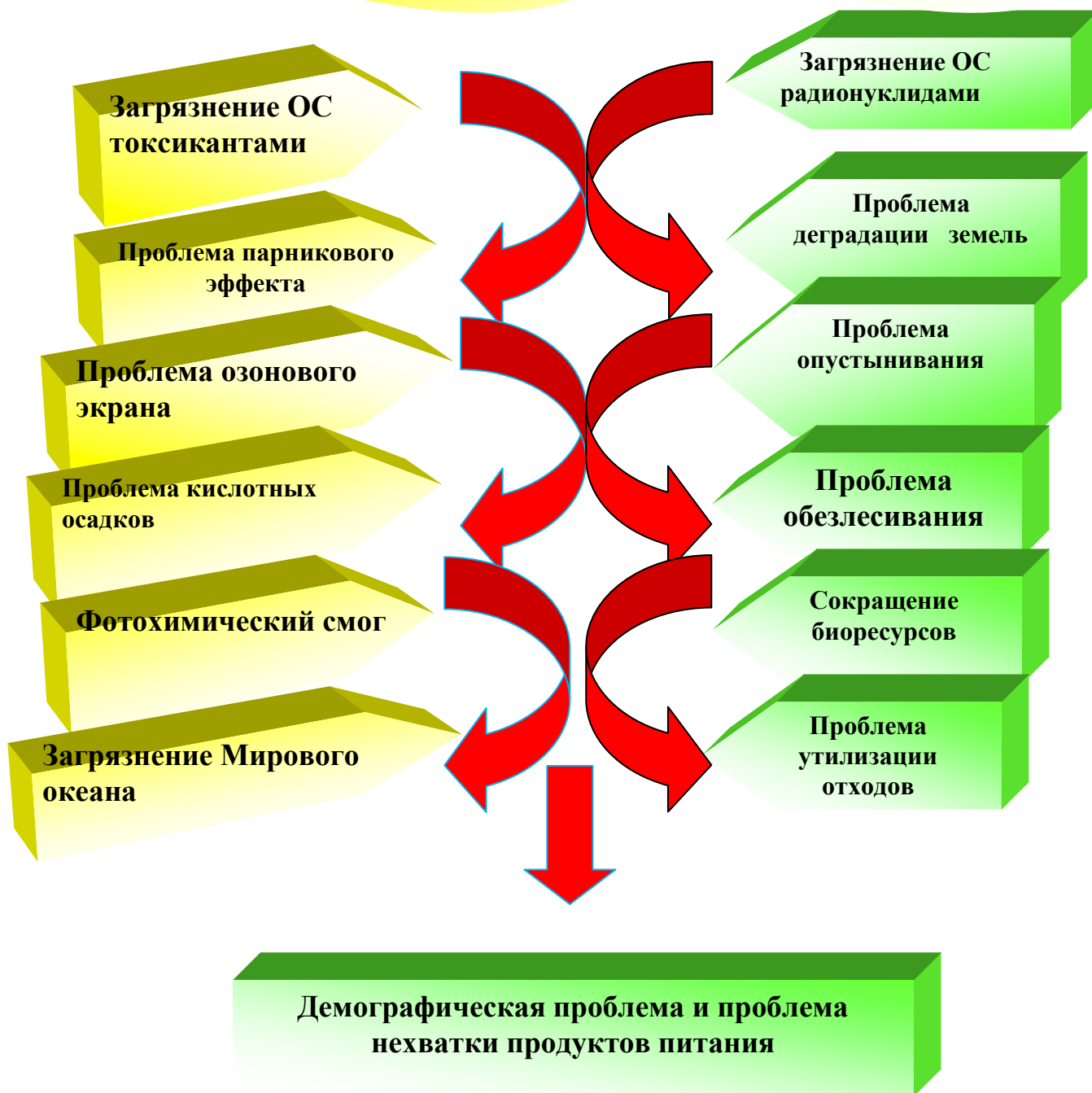
- ✓ аутэкологию – экологию особей;
- ✓ эйдэкологию – экологию видов;
- ✓ демэкологию – экологию популяций;
- ✓ синэкологию – экологию сообществ.

Интенсивное развитие промышленного производства, расширение парка автомобилей, строительство и эксплуатация все большего числа объектов теплоэнергетики сопровождается увеличением выбросов загрязняющих

веществ в окружающую среду, ростом потребления энергии и материальных природных ресурсов. Одним из тревожных сигналов неблагоприятной экологической обстановки является снижение продолжительности жизни населения планеты. В Республике Беларусь она сегодня составляет для мужчин 62 года, в Российской Федерации – 63 года, в США – 75 лет. Помимо этого результатом загрязнения окружающей среды являются глобальное изменение климата, появление и функционирование озоновых дыр, деградация почв, ухудшение качества пресной воды и продуктов питания, уменьшение площадей лесных экосистем, снижение биологического разнообразия.

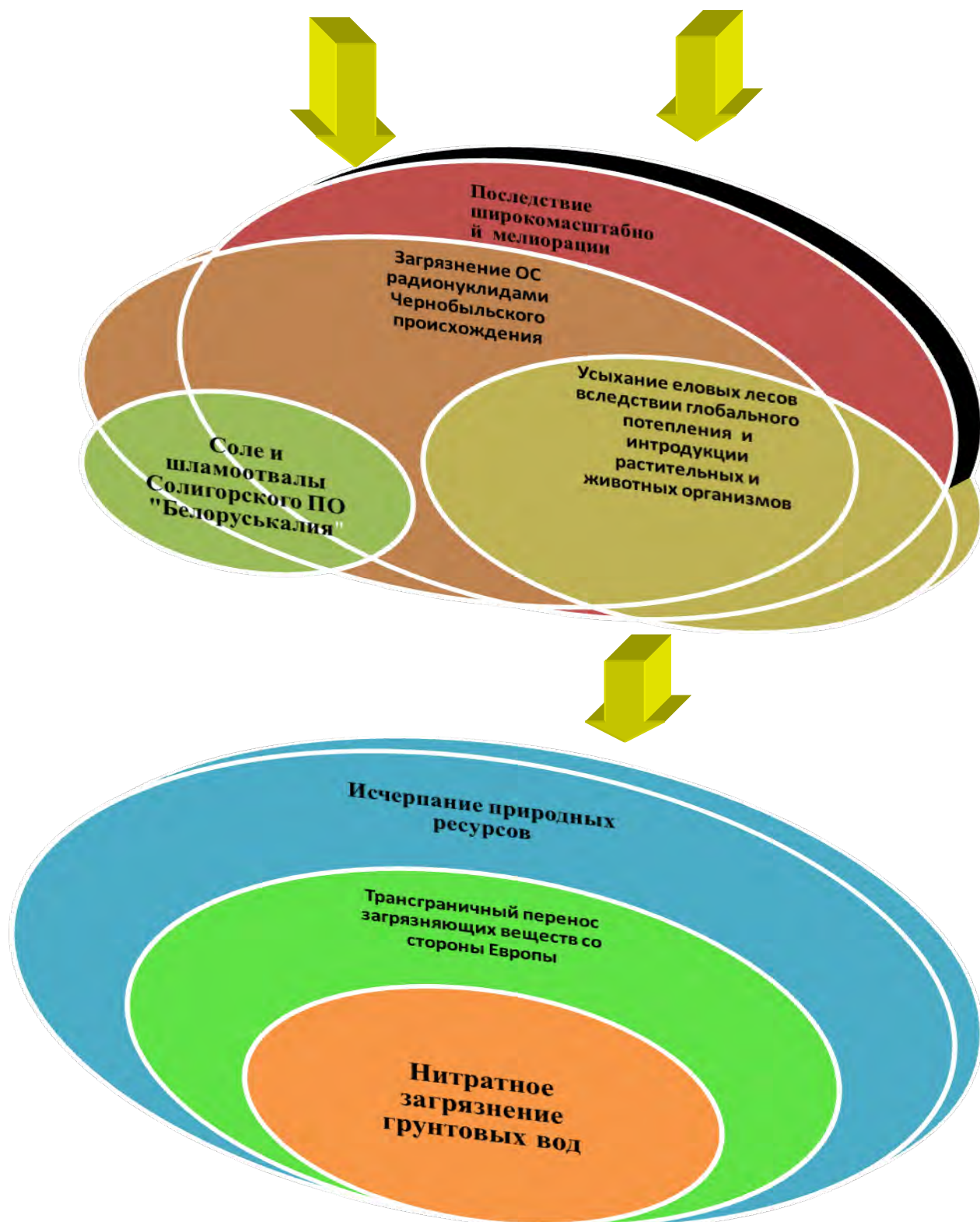
В связи с этим сегодня не достаточно ограничиваться только качественной и количественной характеристикой разных видов загрязнений окружающей среды. В настоящее время настоятельно ставится вопрос о мерах по снижению и возможному предотвращению дальнейшего загрязнения среды обитания человека и других живых организмов. Решение этого вопроса, наряду с экологизацией всех сфер хозяйственной деятельности человека, требует подготовки специалистов высшего и среднего звена управления со знанием основ экологической науки и базирующихся на ней отраслевой экологии, экологического права, экологического менеджмента, что позволит им на практике применять профессиональные знания.

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО МИРА



В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ КАК РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

выявляются следующие



Лабораторная работа

Расчет демографических показателей населения

Цель работы :

Ознакомиться с влиянием роста населения на экологическую обстановку на Земле, изучить демографические показатели населения, рассчитать основные коэффициенты, характеризующие демографическую обстановку.

Введение

Интенсивно растущее население Земли быстро переполняет и разрушает природные экологические системы, основу биологического разнообразия и сохранения устойчивого, самовозобновляемого существования биосферы. Важнейшим условием дальнейшего прогресса человечества является сокращение роста его численности и снижение её отрицательного воздействия на природную среду. Только добившись собственного популяционного равновесия, можно и дальше развивать культуру, технологию, цивилизацию в целом.

Связь человечества с окружающей средой определяется не только численностью населения, но и стилем жизни. В высокоразвитых странах используется огромное количество природных ресурсов (нефть, уголь, железная руда, лес, вода и т.д.). Процесс производства продукции сопровождается загрязнением атмосферы, воды, образованием разнообразных отходов. Отрицательное воздействие на окружающую среду можно снизить, принимая технические, технологические и информационные меры.

В развивающихся странах, где проживает большинство населения Земли, люди озабочены проблемой выживания, поэтому вырубаются леса, истощаются пастбища и пашни. Народы этих стран ради выживания в ближайшие годы совершают в долгосрочной перспективе экологическое самоубийство.

Демографическая ситуация

Последние 150 лет население Земли росло и продолжает расти взрывоопасными темпами. С древнейших исторических эпох до начала прошлого века численность мирового населения колебалось около нескольких сотен миллионов человек, то медленно возрастая, то снижаясь из-за эпидемий и голода. Только к 1804 году оно достигло 1 млрд. человек. Однако в XIX веке ситуация изменилась. Население перешло от состояния медленного роста к эпохе взрывоопасного увеличения. В 1927 г. численность составила 2 млрд. человек, уже в 1960 г. достигла 3 млрд. человек, в 1974 г. – 4 млрд. человек, в 1987 г. - 5 млрд. человек и достигло отметку в 6 млрд. человек в 1999 г. В настоящее время на земном шаре ежегодно рождается 130 млн. человек, умирает 50 млн. человек, таким образом, естественный прирост составляет 80 млн. человек. Если темпы роста населения сохранятся на этом уровне, то через шесть веков на каждого жителя планеты будет приходиться только 1 м² земли.

За последнее десятилетие темпы прироста стали снижаться. Несмотря на это, предполагается что, население планеты к 2054 году достигнет 9 млрд. человек (Табл. 1,2).

Таблица 1. Динамика роста численности населения мира

	Число лет	годы
1-й миллиард		к 1804
2-й миллиард	123	1804-1927
3-й миллиард	33	1927-1960
4-й миллиард	14	1960-1974
5-й миллиард	13	1974-1987
6-й миллиард	12	1987-1999
7-й миллиард	14	1999-2013
8-й миллиард	15	2013-2028
9-й миллиард	26	2028-2054
10-й миллиард	129	2054-2183

Однако, этот статистический прогноз не учитывает углубляющиеся в связи с этим экологические проблемы, ставящие под сомнение существования такого количества людей в земной биосфере. Уже сегодня отмечаются серьезные климатические сдвиги, быстрое истощение и деградация ресурсов под давлением «всего лишь шестимиллиардного населения». Для того, чтобы

обеспечить устойчивое развитие общества, должны произойти серьёзные изменения, как в стиле жизни, так и в уровне экологического сознания.

Таблица 2. Ранги стран в мировой иерархии населения (млн. чел)

1950 год	1990 год	2005 год	2050 год
1.Китай (555)	1.Китай (1155)	1.Китай (1316)	1.Индия (1593)
2. Индия (358)	2.Индия (849)	2.Индия (1103)	2.Китай (1392)
3.США (158)	3.США (256)	3.США (298)	3.США (395)
4.Россия (103)	4.Индонезия (181)	4.Индонезия (223)	4.Пакистан (305)
5.Япония (84)	5.Бразилия (174)	5.Бразилия (214)	5. Индонезия (290)

Демографическая проблема

Демографическая проблема - одна из глобальных проблем века, имеющая и противоположные аспекты:

-с одной стороны - демографический кризис развитых стран привел к резкому снижению роста населения и к сокращению его численности. Демографы называют такой процесс депопуляцией. В развитых странах на долю детей до 14 лет приходится 24%, а на долю пожилых людей старше 59 лет - 17%,

-с другой стороны - проблема быстрого роста численности населения в развивающихся странах. В странах Африки на долю детей до 14 лет приходится 24%, на долю пожилых людей старше 59 лет - 5 %. Демографический взрыв Африки, Азии, Латинской Америки не только обеспечивает прилив свежих сил, рост трудовых ресурсов, но и создает дополнительные трудности в борьбе с преодолением экономической отсталости, осложняет решение многих социальных вопросов.

С целью решения демографической проблемы ООН приняла "Всемирный план действий в области народонаселения", в котором стабилизация численности населения Земли должна быть обеспечена грамотной

демографической политикой, решением экономических и социальных проблем

Демографическая политика

Демографическая политика - это целенаправленная деятельность государственных органов и иных социальных институтов в сфере регулирования процессов воспроизводства населения. Демографическая политика является составной частью общей социально-экономической политики государства.

Демографическая политика реализуется с помощью следующих мер:

1.экономические: оплачиваемые отпуска и различные пособия при рождении детей; пособия на детей в зависимости от их числа, возраста, типа семьи; ссуды, кредиты, налоговые и жилищные льготы и т.д.

2.административно-правовые: законодательные акты, регламентирующие браки, разводы, положение детей в семьях, алиментные обязанности, охрану материнства и детства, аборты и использование средств контрацепции, социальное обеспечение нетрудоспособных, условия занятости и режим труда работающих женщин-матерей, внутреннюю и внешнюю миграцию и т.п.;

3.воспитательные и пропагандистские меры, формирование общественного мнения, норм и стандартов демографического поведения, определенного демографического климата в обществе.

Принципиальная особенность демографической политики заключается в воздействии на динамику демографических процессов не прямо, а опосредовано, через человеческое поведение, через принятие решений в сфере брака, семьи, рождения детей, выбора профессии, сферы занятости, места жительства и др. Меры демографической политики влияют как на формирование демографических потребностей, обуславливающих специфику демографического поведения, так и на создание условий для их реализации.

Особую сложность демографической политике как части социального управления придает необходимость учитывать и согласовывать интересы разных уровней: индивидуальных и семейных, групповых и общественных; локальных, региональных и общегосударственных; экономических, социально-политических, экологических и этнокультурных; ближайших, среднесрочных и долгосрочных.

Демографическая политика определяется демографической ситуацией в стране. В современных условиях демографическая политика проводится в большинстве стран мира. С 1960 года ООН проводит периодические опросы правительств по вопросам демополитики. Их систематизированные результаты легли в основу банка данных о политике в области населения 174 стран (Табл.3).

Таблица 3. Оценки и политика правительств в области населения

Оценка и политика	Число стран	Доля %
Оценивают рост населения в своей стране как		
Слишком высокий	24	13,8
Удовлетворительный	76	43,7
Слишком низкий	74	42,5
Считают необходимым воздействие с целью		
Увеличить темп роста	21	12,1
Сохранить темп роста	18	10,3
Уменьшить темп роста	66	37,9
Воздействие не планируется	69	39,7
Считают уровень смертности		
Приемлемым	54	31
неприемлемым	120	69
Считают уровень рождаемости		
Слишком низким	20	11,5
Удовлетворительным	74	43,7
Слишком высоким	80	46

Демографические показатели

Демографические показатели (Табл.4) являются важнейшей характеристикой населения. Они отражают влияние социально-экономических процессов на здоровье общества. Демографические процессы существенно зависят от уровня здравоохранения и от качества окружающей среды.

Ключевой фактор, определяющий диспропорции в темпах прироста населения, - суммарный коэффициент рождаемости (СКР). СКР - это среднее число детей, которое рождает женщина в течении жизни (статистические данные). При СКР=2 обеспечивается неизменная численность населения, так как два ребёнка заменят отца и мать после их смерти. При СКР< 2 происходит снижение численности населения, так как родительское поколение будет замешено не полностью. А СКР>2, обусловит рост населения, поскольку число родителей будет возрастать с каждым поколением.

Демографические показатели характеризуются следующими параметрами:

- половозрастной состав.
- рождаемость,
- смертность.
- естественный прирост населения.

Половозрастной состав населения обычно изображают с помощью половозрастных пирамид, которые отображают возрастной и половой (количество мужчин и женщин) состав населения. Пирамида показывает количество людей в каждой возрастной группе, обычно с разницей в 5 или 10 лет.

Во всех странах рождение и смерть людей регистрируются. Для сравнения прироста в разных странах рассчитывают среднее число рождений и смертей на 1000 человек в год. Эти показатели называются общий коэффициент рождаемости (ОКР) и смертности (ОКС) соответственно.

Общий - означает, что данные цифры не учитывают, какую часть населения страны составляют пожилые и молодые люди, мужчины и женщины.

ОКР определяется как соотношение количества детей, родившихся за определённый период времени, к средней численности населения.

Количество детей

$$\text{ОКР} = \frac{\text{Количество детей}}{\text{Средняя численность населения}} \times 1000 \quad (1)$$

ОКС определяется как отношение количества умерших людей за определённый период времени, к средней численности населения.

$$\text{ОКС} = \frac{\text{Количество умерших людей}}{\text{Средняя численность населения}} \times 1000 \quad (2)$$

Естественный прирост определяется как разность между ОКР и ОКС.

$$\text{ЕПр} = \text{ОКР} - \text{ОКС} \quad (3)$$

Таблица 4. Демографические показатели

Страна	СКР	ОКР	ОКС	ЕПр
Развитые страны:				
США	2,06	14,4	8,8	5,6
Япония	1,37	9,5	7,4	2,1
Германия	1,31	9,7	10,4	-0,7
Испания	1,25	9,3	8,9	0,4
Франция	1,79	12,6	9,2	3,4
Развивающиеся страны:				
Индия	2,98	25,9	17,2	
Китай	1,69	15,7	7	8,7
Бразилия	2,05	20,9	8,5	12,4
Чили	2,13	18,3	5,6	12,7
Ангола	4,9	43,6	16,8	26,8
Россия	1,32	10,2	16,1	-5,9
Беларусь	1,29	9,8	14,2	-4,4

Задание к работе

1. Сделать прогноз общей численности населения и естественного прироста через 100 лет при заданном СКР.

Исходные данные: состав населения разного возраста. Считать, что дети рождаются у женщин возрастом 21-30 лет. Женщины составляют в этой возрастной группе половину. Считать, что люди живут до 70 лет. Расчет вести с периодичностью 10 лет.

2. Построить графики зависимости общей численности населения и естественного прироста от количества прошедших лет. Построить исходную половозрастную пирамиду и через 100 лет.
3. Сделать вывод о тенденции изменения численности и состава населения, о влиянии на экологическую обстановку в заданной стране и решению экологических проблем.
4. Провести анализ демографической ситуации и указать направление демографической политики

Пример расчета

Дано:

страна Англия

СКР=1,75

Δ СКР=-0.02 (изменение суммарного коэффициента рождаемости за 10 лет)

Национальный доход 8920 дол/чел.

Исходный состав населения представлен в таблице 6.

По таблице 6 выбираем исходный состав населения для высокоразвитых стран (Англия. Национальный доход 8920 дол/чел.)

Количество женщин возрастом 21-30 лет составляет $6 : 2 = 3$ тыс. человек.

У них родится за 10 лет детей: СКР * 3 тыс. чел. = $1,75 * 3 = 5,25$ тыс. чел.

За этот же период умерло 3 тыс. чел. Общая численность населения:
 $5,25 + 6 + 6 + 6 + 6 + 5 + 5 = 39,25$

ОКР = $\frac{5,25}{39,25} \times 1000 = 134$

39,25

ОКС = $\frac{3}{39,25} \times 1000 = 76$

39,25

$$EPr=134 -76 = 58$$

Дети (6 тыс. чел) из возрастной группы 0 - 10 лет через 10 лет перейдут в возрастную группу 11 - 20 лет, а из возрастной группы 11 - 20 (6 тыс. чел) перейдут в возрастную группу 21 -30 лет и т. д.

В следующие 10 лет СКР уменьшится на величину Δ СКР и составит: $1,75 - 0,02 = 1,73$

Количество женщин: $6 / 2 = 3$ тыс. чел.

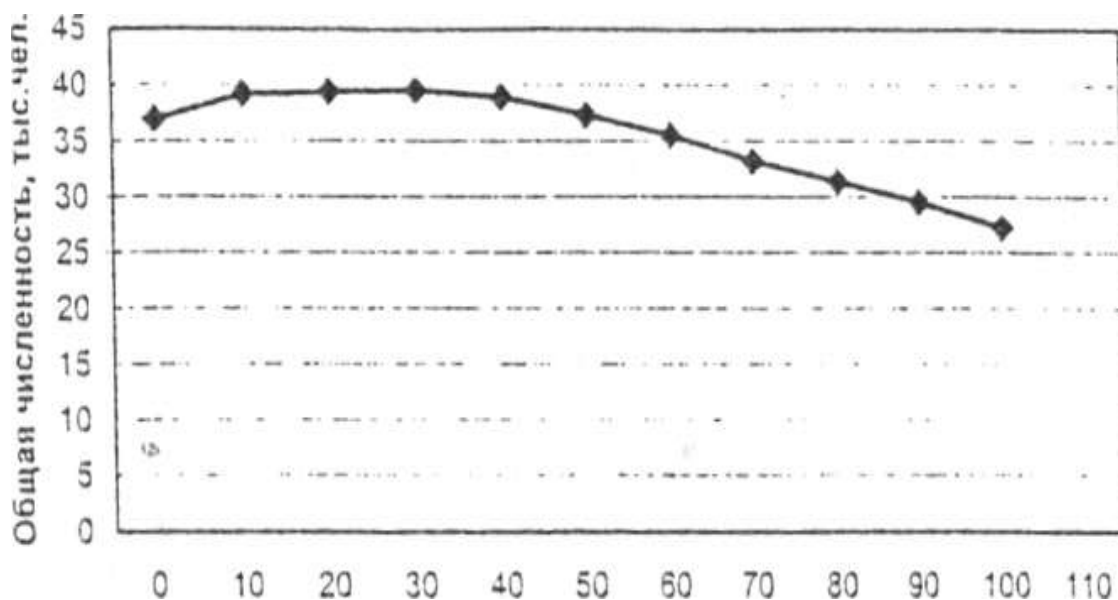
Родится детей: $1,73 * 3 = 5,19$ тыс. чел.

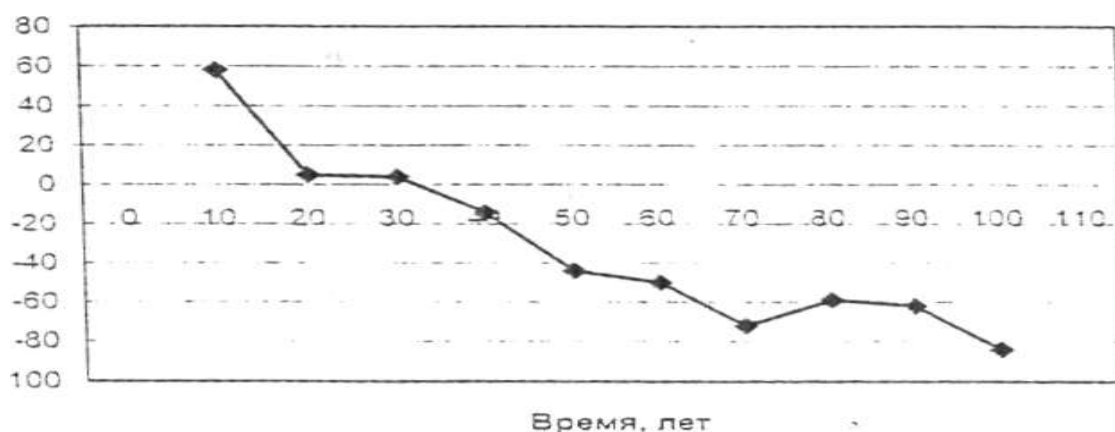
Умерло людей - 5 тыс. чел. Общая численность - 39,44 тыс. чел.

$$OKP = \frac{5,19}{39,44} \times 1000 = 132$$

$$OKC = \frac{5}{39,44} \times 1000 = 127$$

$$EPr=132 -127 = 5$$





Выводы:

1. Численность населения Англии за 100 лет уменьшится в 1.3 раза.
2. Изменение состава населения: дети- количество уменьшилось, работающие- практически не изменилось, пенсионеры- увеличилось.
3. Исходный национальный доход: 8920\$. Национальный доход через 100 лет: $8920 * 1,3 = 11893\$$. Государство в состоянии субсидировать денежные средства на решение экологических проблем.

Варианты заданий

Исходный состав населения приведен в таблице 6, величина СКР в таблице 7. Исходный состав населения выбирается, исходя из уровня развития страны. Страна относится к высокоразвитым (ВР) - национальный доход более 6000 \$, умеренно развитым (УР) - от 1000 до 6000 \$, слаборазвитыми (СР) - менее 1000 \$ (таблица 6).

Таблица 6

Уровень развития страны	Количество людей возрастом, тыс. чел.						
	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70
ВР	6	6	6	6	5	5	3
УР	11	9	7	6	5	4	3
СР	15	13	11	8	6	4	3

Таблица 7

Вариант	Страна	Национальный доход на душу населения, \$	СКР	СКР
1	Германия	12080	1,31	+0,01
2	Япония	12850	1,37	+0,01
3	США	17500	2,06	-0,01
4	Сингапур	5200	1,5	-0,01
5	Австралия	11910	1,77	-0,02
6	Гонконг	5050	2,05	-0,03
7	Ю.Корея	2370	2,1	-0,04
8	Греция	4150	2,2	-0,03
9	Китай	1300	1,69	-0,01
10	Аргентина	2350	2,33	-0,05
11	Бразилия	1810	2,05	-0,02
12	Шри-Ланка	300	3,5	-0,13
13	Таджикистан	1420	3,7	-0,14
14	Туркмения	1800	4,09	-0,15
15	Колумбия	700	3,8	-0,16
16	Мексика	1850	2,58	-0,3
17	Индия	270	2,98	-0,06
18	Нигерия	850	5,9	-0,3
19	Филиппины	800	3,35	-0,15
20	Пакистан	350	4,25	-0,2
21	Эфиопия	120	7,0	-0,5
22	Кения	300	8,0	-0,6
23	Руанда	290	8,5	-0,65
24	Перу	2200	4,5	-0,25
25	Сальвадор	900	5,5	-0,35
26	Иордания	1400	7,3	-0,5
27	Испания	7200	1,25	+0,02
28	Австрия	9300	1,4	+0,01
29	Франция	10100	1,89	-0,01
30	Йемен	750	7,6	-0,6

Тема 2. Экологические системы и принципы их функционирования

Вопросы темы:

Понятие экологических систем и их классификация.

Структура и размеры экосистем.

Происхождение экосистем.

Понятие “**экология**” включает в себя понятие “окружающей среды”, но эти понятия не тождественны. Окружающая среда – это все то, что окружает и влияет (прямо и косвенно) на состояние и функционирование организма и групп организмов. К окружающей среде относят водную, наземно-воздушную среды, почву, живые организмы, а также техногенную среду, т.е. созданную человеком. В процессе приспособления к окружающей среде организмы, взаимодействуя с ней, отдают и принимают различные вещества, энергию, информацию. Одни элементы необходимы организму, другие ему практически не нужны, а третьи могут оказывать вредное воздействие.

Основным *объектом (предметом) изучения* науки экологии является биогеоценоз или экологическая система (экосистема). Этот термин введен в науку в 1935 году английским экологом А. Тенсли. Экосистема – это совокупность растений (фитоценоз), животных (зооценоз) и микроорганизмов (микробиоценоз), обитающих на определенной территории (эдафотопе) с однотипными климатическими условиями (климатопом), которые взаимосвязаны и взаимодействуют между собой, имеют определенный тип обмена веществ и энергии и находятся в постоянном развитии и движении (рис.1). Различие в понятиях экосистема и биогеоценоз заключается в том, что экосистема может не содержать растительных сообществ (например, сухостойное дерево в лесу, заселенное жуками-короедами), а биогеоценоз (лес, озеро) невозможен без фитоценоза.

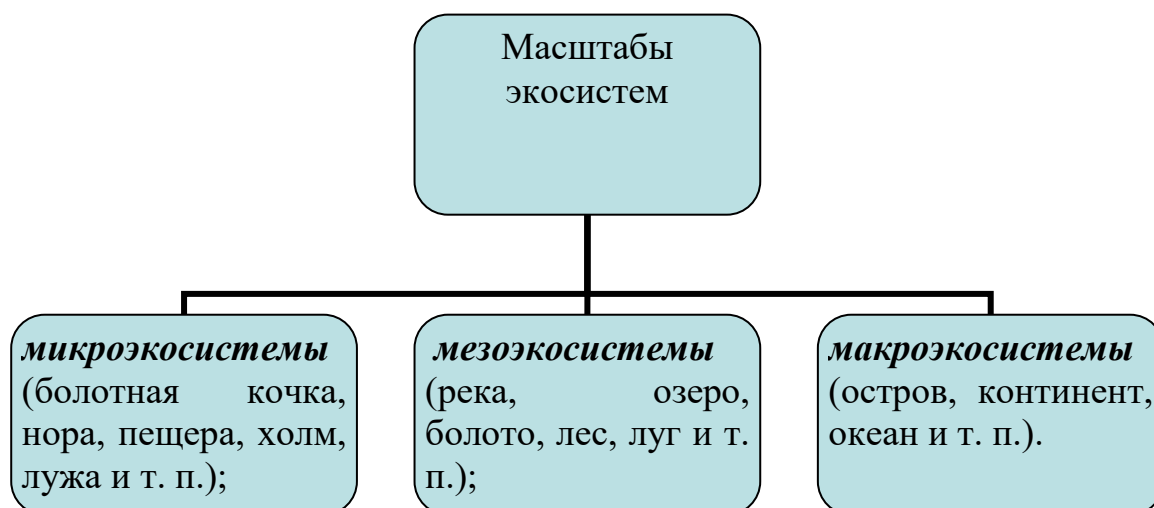


Рис.1 Схема биогеоценоза (экосистемы) по В.Н. Сукачеву

Совокупность всех живых организмов планеты (фитоценоз, зооценоз, микробиоценоз) В.И.Вернадский назвал *живым веществом* планеты или *биотой*, т.е. живой оболочкой Земли или биоценозом. Место обитания биоты называется биотопом или геоценозом. Таким образом, любая экосистема, согласно блоковой модели В.Н.Сукачева (1942), состоит из двух блоков: экосистема = биоценоз + биотоп. Каждая экосистема выполняет следующие функции: производит биологическую продукцию (синтезирует органические вещества), осуществляет круговорот веществ, противостоит внешним воздействиям (устойчивость).

Различают экосистемы следующих размеров:

- 1) небольших размеров или микроэкосистемы – это ствол гниющего дерева, небольшой водоем, аквариум;
- 2) средних размеров или мезоэкосистемы – это лес, река, пруд;
- 3) крупных размеров или макроэкосистемы - это океан, море, тайга, пустыня;
- 4) глобальных размеров - это биосфера нашей планеты.



По расположению в пространстве все экосистемы можно разделить на *водные* и *наземные*.

Водные экосистемы делятся на *пресноводные* и *морские*.

Морские экосистемы включают в себя крупные экосистемы морей и океанов, а также экосистемы отдельных морских заливов, лагун, коралловых рифов, подводных горных хребтов и вулканов и т. п.

К **пресноводным экосистемам** относятся экосистемы водотоков и водоемов.

Водотоки:

- ручьи;
- родники;
- реки;
- каналы (мелиоративные, сбросные, судоходные и другие).

Водоемы:

- родники;
- старицы рек (старичные озера);
- озера;
- временные водоемы (лужи);

- водохранилища;
- пруды;
- отстойники.

Промежуточное положение между морскими и пресноводными экосистемами занимают лиманы, соленые внутриматериковые озера (например, Каспийское море, Мертвое море), соленые временные водоемы на побережье морей и океанов, солоноводные болота.

К **наземным экосистемам** относятся:

- лесные экосистемы (хвойные леса, мелколиственные и широколиственные леса умеренного климата, субтропические и тропические леса и т. д.);
- луговые экосистемы (низинные, пойменные и суходольные луга, альпийские горные луга и т. д.);
- саванны;
- степные экосистемы;
- тундры;
- арктические и антарктические ледяные пустыни;
- пустыни умеренного климата, субтропические и тропические пустыни (песчаные, каменистые пустыни и т. д.);
- экосистемы морских побережий;
- агроценозы (поля, пастбища, огороды и т. д.);
- парки;
- экосистемы населенных пунктов и другие.

Промежуточное положение между водными и наземными экосистемами занимают также заливные участки пойменных террас и участки морских побережий, подвергающихся воздействию приливов и отливов.

По **происхождению экосистемы** делятся на **естественные, искусственные, охраняемые и антропогенные экосистемы.**

Антропогенные экосистемы делят на *природные антропогенные* (пруд, водохранилище, канал, парк, лесопарк, сад, поле, огород, пастбище и т. д.) и *искусственные* (аквариум, теплица, парник и т. д.).

Между естественными и антропогенными экосистемами, наряду со сходством, существуют и различия, которые важно учитывать в хозяйственной деятельности человека. Естественные экосистемы обычно имеют в своем составе большое число видов, как, например, в экосистемах тропического леса, дубравы, низинного болота. Это экологические системы, которые складываются в природе под действием естественного отбора, в результате действия которого складывается сложная, относительно устойчивая биологическая система, способная к саморегуляции.



В **естественных экосистемах** осуществляется цикл обмена веществ, начиная с образования первичного органического вещества заканчивая разложением мертвого органического вещества на неорганические составляющие. Кроме того, естественные экосистемы обладают способностью к самовосстановлению.

Антропогенные экосистемы (агроценозы, каналы и другие) отличаются бедным видовым составом, достаточным однообразием абиотических условий, отсутствием процесса саморегуляции и круговорота веществ. Основным регулятором экологических условий в них выступает человек. Ежегодно происходит внесение минеральных и органических удобрений, посевного материала (семена, саженцы и т. д.), сбор и изъятие органического вещества (сбор урожая). Значительная часть питательных веществ выносятся с урожаем из системы. Эти действия делают невозможным естественный круговорот веществ. Изъятие основной массы биологической продукции влечет необходимость последующего введения в систему органических и неорганических веществ для обеспечения функционирования продуцентов в следующем году.

Агроценозы существуют и имеют высокую биологическую продуктивность благодаря непрерывному вмешательству и поддержке человека, без участия которого они существовать не могут. Ориентируя агроценозы на производство одного или нескольких видов сельскохозяйственной продукции, человек создает их на основе одного, реже нескольких видов растений-продуцентов.

Наиболее устойчивыми во времени среди этой категории экосистем выступают такие водные экосистемы, как пруды и водохранилища, и некоторые наземные, среди которых — старые парки и сады. Их относительная устойчивость обеспечивается большим разнообразием видов, входящих в экосистему, по сравнению с другими антропогенными экосистемами. Обычно воздействие человека на эти экосистемы минимально, и по своим экологическим характеристикам они приближаются к

естественным экосистемам. В них могут идти процессы саморегуляции и круговорота веществ. Большинство же антропогенных экосистем подвергается постоянному воздействию со стороны человека, который использует их в различных хозяйственных целях (сельскохозяйственных, рекреационных, промышленных и других).

Тема 3. Биосфера, ее роль и функции

Вопросы темы:

Понятие (определение) биосферы. Эволюция, границы и функции биосферы. Состав и структура биосферы. Учение В.И.Вернадского о биосфере. Функции живого вещества.

Круговорот веществ в экосистемах. Поток энергии в экосистемах. Трофические цепи и экологические пирамиды. Закон Линдемана.

Устойчивость экосистем (принцип Ле-Шателье).

Основные биогеохимические циклы и антропогенное воздействие на них. Загрязнение окружающей среды и нормирование качества окружающей среды.

Термин **биосфера** (bios – жизнь, sphere – шар) введен в употребление в 1975 году австрийским ученым-геологом Э.Зюссом. К биосфере он отнес то пространство атмосферы, гидросферы и литосферы Земли, где обитают живые организмы. В 1926 году великий русский ученый Владимир Иванович Вернадский опубликовал учение о биосфере, в котором конкретизировал и очертил границы обитания живого вещества в биосфере и показал первостепенную преобразующую роль живых организмов в образовании, развитии и разрушении геологических оболочек Земли – воздушной, водной, твердой. Биосферой В.И.Вернадский назвал живую оболочку Земли и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

Границы биосферы. Верхняя граница биосферы простирается на высоту 20-25км в атмосфере до озонового слоя. За пределами озонового экрана существование каких-либо форм живого вещества невозможно, т.к. ультрафиолетовые лучи Солнца являются губительными для него. Нижняя граница биосферы находится в литосфере не глубже 5км, где температура превышает 100°C. Третьей сферой обитания живых организмов является гидросфера, в которой вся толща океанической воды, включая самую глубокую Марианскую впадину (11022 м), заселена живыми организмами.

Состав биосферы включает также продукты жизнедеятельности живого вещества:

- биогенные вещества - это органоминеральные соединения, которые создаются и перерабатываются живыми организмами в процессе их функционирования и после отмирания (газы атмосферы, горючие ископаемые, известняки);
- биокосные вещества, образующиеся в результате совместной деятельности организмов и абиогенных факторов (почва, кора выветривания, илы).
- косные вещества – это вещества, образовавшиеся без участия живых организмов (вода, продукты тектонической деятельности, минералы, метеориты).

В.И. Вернадский выделил в ней три главных компонента:



Живое вещество, являясь основой биосферы (ее биомассой), составляет лишь 0,25% массы всего вещества биосферы. Однако благодаря обмену веществ оно играет ведущую роль в биогеохимических процессах. Деятельностью живых организмов обусловлен относительно постоянный

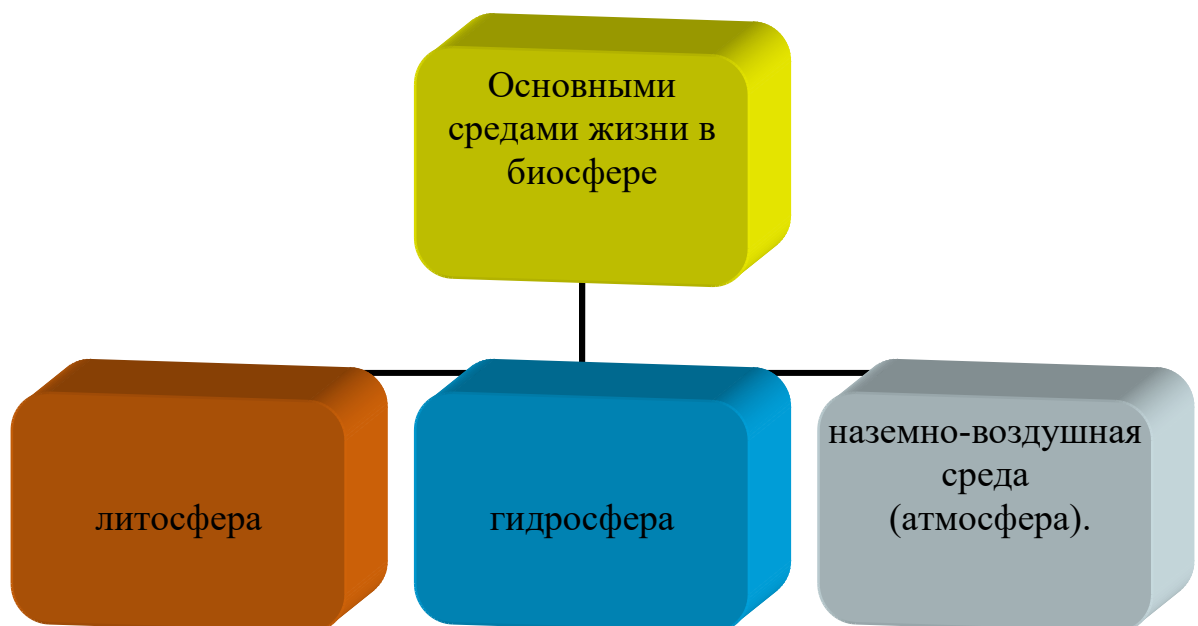
состав атмосферного воздуха, воды, а также образование гумуса почвенного слоя. Живое вещество обладает следующими уникальными особенностями:

- концентрацией в нем больших запасов энергии. В.И. Вернадский писал, что по энергетической насыщенности с живым веществом может соперничать только вулканическая лава и что только эта особенность живого вещества обуславливает все другие его особенности и свойства;
- чрезвычайно высокой скоростью протекания биохимических реакций, которая в сотни, тысячи раз больше, чем в неживом веществе;
- способностью быстро занимать все свободное пространство. В.И.Вернадский назвал это всюдностью жизни, что достигается как интенсивным размножением, так и способностью организмов интенсивно увеличивать поверхность своего тела в процессе роста;
- высокой скоростью обновления живого вещества, составляющей для биосферы 8 лет;
- активным и пассивным движением (направленным движением или размножением);
- устойчивостью при жизни и быстрым разложением после гибели;
- высокой приспособительной способностью (адаптацией) к различным условиям существования.

Согласно классификации А.В. Лаппо (1987), различают следующие **функции живого вещества:**

1. **Энергетическая** – связана с запасанием энергии в процессе фотосинтеза и ее передачей по пищевым цепям и рассеиванием тепла в пространстве.
2. **Газовая** – заключена в формировании и поддержании определенного газового состава всех сред обитания, в т.ч. атмосферы.
3. **Окислительно-восстановительная** – выражается в химических превращениях веществ, протекающих в процессе жизнедеятельности организмов. В результате образуются соли, оксиды, новые вещества.

4. **Концентрационная** – состоит в способности организмов концентрировать и запасать в своем теле рассеянные химические элементы. В местах массовой гибели животных и растений формируются отложения полезных ископаемых.
5. **Деструктивная** – заключается в разрушении организмами (в основном микроорганизмами, бактериями и грибами) остатков органического вещества.
6. **Транспортная** – состоит в переносе вещества и энергии в результате активной формы движения организмов (часто такой перенос, связанный с миграцией и кочеванием животных, осуществляется на весьма значительные расстояния).
7. **Средообразующая** – является интегрированной функцией всех других функций и связана с формированием и поддержанием физико-химических параметров всех геосфер окружающей среды.
8. **Биогеохимическая деятельность человека** – связана с разработкой, добычей и использованием (в т.ч. сжиганием) полезных ископаемых. Одновременно происходит антропогенное поступление в биосферу чужеродных веществ в количествах, превышающих ее приспособительные свойства.



Для биосферы как и для любой экосистемы присущи следующие функции:

1. **Создание органического вещества.** Синтез органических веществ происходит за счет организмов-автотрофов, к которым относятся все зеленые растения (содержат пигмент хлорофилл). В процессе фотосинтеза из простых минеральных веществ CO_2 и H_2O на солнечном свете образуются органические вещества (глюкоза, крахмал, клетчатка), богатые энергией. Иными словами, растения выполняют функцию продуцентов. Затем из углеводов вместе с получаемыми из почвы минеральными элементами питания образуются белки, ДНК, липиды, т.е. образуется органическое вещество планеты. Уникальность этого процесса состоит в способности растений преобразовывать солнечную энергию в энергию химических связей продуктов фотосинтеза.
2. **Круговорот веществ и энергии.** Процесс создания органического вещества в биосфере протекает одновременно с процессом его

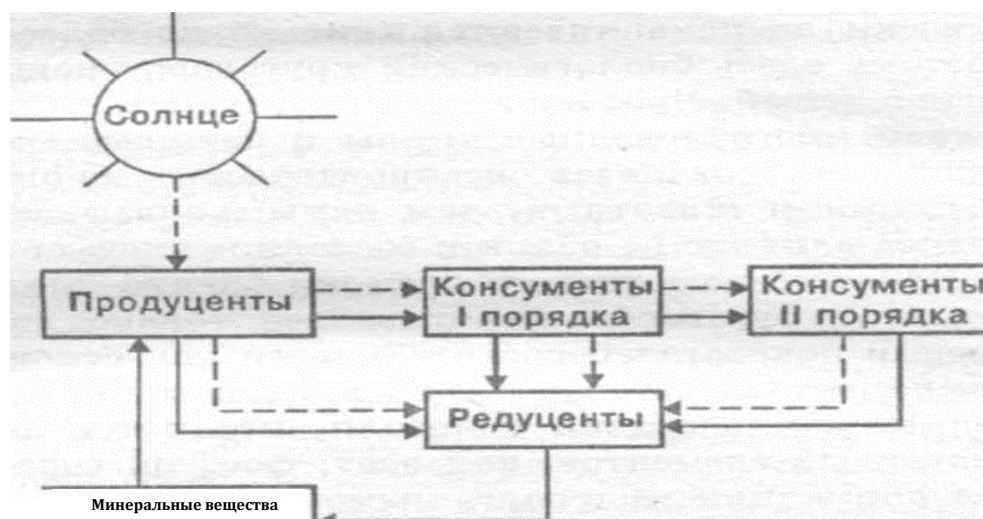


Схема переноса веществ (сплошная линия) и энергии (пунктирная линия) в природных экосистемах

потребления гетеротрофными организмами и процессом разложения отмерших остатков микроорганизмами на исходные CO_2 и H_2O . Такой процесс круговорота веществ, протекающий при участии всех

населяющих биосферу организмов, называют малым или биологическим. Суть круговорота заключается во взаимодействии синтеза и распада органического вещества. Схема представлена на рис.2

Органические вещества, созданные продуцентами, становятся пищевыми ресурсами травоядных (растительноядных) животных, которые обозначены как консументы I порядка. Они, в свою очередь, становятся источниками пищи для плотоядных (хищных) организмов, или консументов II порядка.

После отмирания в почве происходит разложение останков микроорганизмами, названными редуцентами, или деструкторами, до минеральных веществ и гумуса.

Перенос вещества и заключенной в нем энергии от продуцентов к консументам называется пищевой цепью. Распределение энергии по пищевым цепям подчиняется закону Линдемана о 10%, который гласит, что от первого трофического уровня (от продуцентов) ко второму трофическому уровню (к консументам I порядка) переходит 10% энергии, 90% энергии теряется в виде теплового излучения. Соответственно от второго трофического уровня (от консументов I порядка) к третьему трофическому уровню (к консументам II порядка) переходит 1% энергии, остальная энергия рассеивается в виде тепла, на движение, размножение.

3. **Способность экосистемы** и составляющих ее компонентов противостоять внешним факторам, сохраняя свою структуру и функциональные особенности, называют *устойчивостью*.

Для биосферы (глобальной экосистемы) также характерна устойчивость, которая подчиняется закону Ле-Шателье: при воздействии внешних факторов в ее биоте возникают процессы, компенсирующие это воздействие, что возможно в случае потребления не более 1% продукции биосферы.

Между организмами в экосистеме, как говорилось выше, устанавливаются взаимоотношения самого разного характера. Самыми прочными из них являются пищевые взаимоотношения. В результате прочных пищевых взаимоотношений возникают цепи питания (пищевые или трофические цепи). Эти объединения прямо или косвенно связывают большую группу организмов в единый комплекс.

Пищевая (трофическая) цепь — последовательность организмов, в которой один организм использует предыдущий в качестве пищи.

Цепь питания обычно состоит из трех основных компонентов. Этими компонентами выступают продуценты, консументы и редуценты. Однако, звеньев пищевой цепи обычно значительно больше. Это число увеличивается за счет консументов.

Все звенья пищевой цепи взаимосвязаны и взаимозависимы. Между ними от первого к последнему звену осуществляется передача вещества и энергии. При передаче энергии с одного трофического уровня на другой происходит ее потеря. В результате цепь питания не может быть длинной. Обычно в состав пищевой цепи входят 4–8 звеньев. Например:

дуб → дубовая тля → божья коровка семиточечная →
травяная лягушка → уж → ястреб-тетеревятник →
гнилостные бактерии

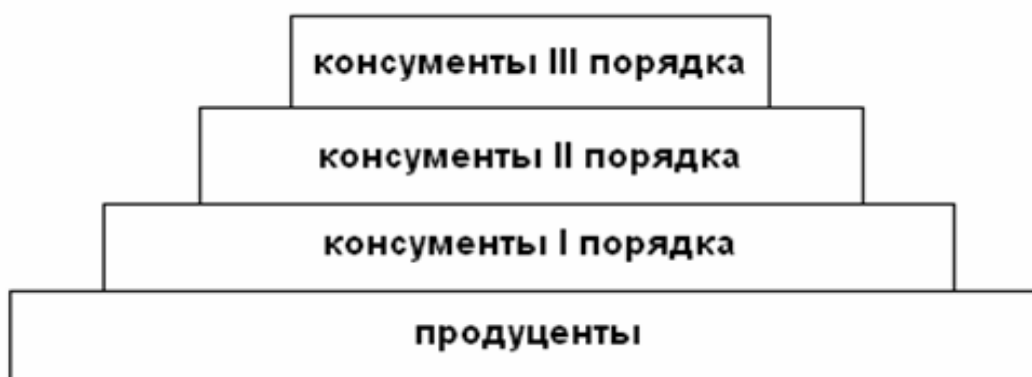
Дуб является продуцентом, преобразующим неорганические вещества в органические, запасая в них энергию солнечного света, поступающего в экосистему дубравы. Дубовая тля является консументом первого порядка и потребляет первичное органическое вещество продуцента. В свою очередь, это насекомое-фитофаг является пищей консументу второго порядка —

божьей коровке и т. п. Ястреб-тетеревятник (консумент пятого порядка) после смерти является источником пищи для редуцентов — гнилостных бактерий.

Функциональное значение пищевых цепей заключается в трех основных аспектах:

- обеспечение процесса саморегуляции и, соответственно, устойчивости экосистемы;
- перенос вещества и энергии;
- обеспечение круговорота веществ в экосистеме.

Экологическая пирамида — графическое изображение количества биомассы, особей и энергии на разных уровнях пищевой цепи.



Экологическая (трофическая) пирамида



Пирамида продукции и поток энергии в экосистемах

Экологическую пирамиду иногда называют трофической. Различают **пирамиду численности (особей), пирамиду биомассы и пирамиду энергии.**

Основание пирамиды образуют зеленые растения или другие продуценты. Над ними располагаются консументы первого порядка, обычно это фитофаги. Следующее звено представлено консументами второго порядка. И так далее до вершины пирамиды, которую составляют наиболее крупные хищники. Редуцентов на вершине, что, в принципе, логично было бы сделать, не размещают. В принципе, отсутствие редуцентов на вершине пирамиды не оказывает существенного влияния на понимание процесса переноса вещества и энергии по пищевым цепям.

Высота пирамиды обычно соответствует длине пищевой цепи. И поскольку на верхние уровни пирамиды энергия доходит в очень малых количествах, цепь редко состоит более чем из 4–8 звеньев.

Пирамида чисел (численностей) отражает численность отдельных организмов на каждом уровне. В экологии пирамида численностей используется редко, так как из – за большого количества особей на каждом трофическом уровне очень трудно отобразить структуру биоценоза в одном масштабе.

Пример В основании пирамиды 1000 т травы, массу которой составляют сотни миллионов отдельных травинок. Этой растительностью смогут прокормиться 27 млн кузнечиков, которых, в свою очередь, могут употребить в пищу около 90 тыс. лягушек. Сами лягушки могут служить едой 300 форелям в пруду. А это количество рыбы может съесть за год один человек! Таким образом, в основании пирамиды несколько сотен миллионов травинок, а на ее вершине – один человек. Такова наглядная потеря вещества и энергии при переходе с одного трофического уровня на другой.

Пирамида биомасс – соотношение между продуцентами и консументами, выраженное в их массе (общем сухом весе, энергосодержании или другой мере общего живого вещества). Обычно в наземных биоценозах общий вес

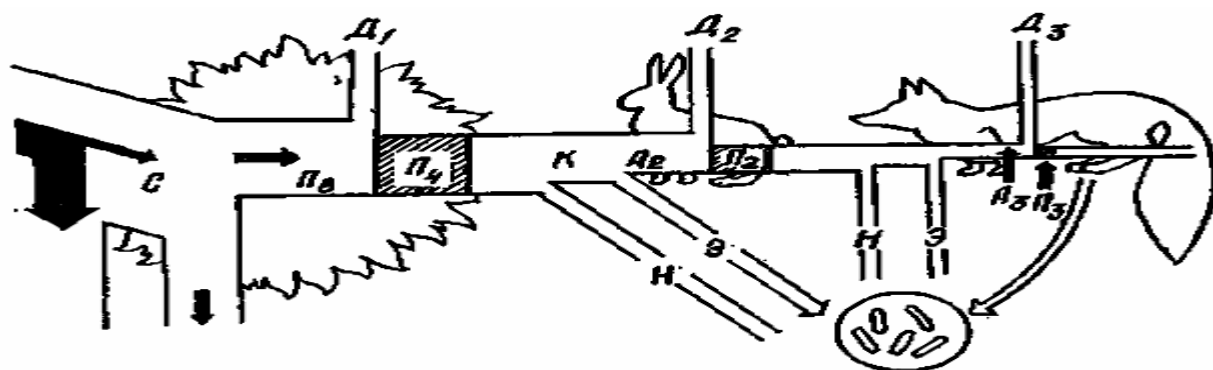
продуцентов больше, чем консументов. В свою очередь, общий вес консументов первого порядка больше, нежели консументов второго порядка.

Пирамида энергии отражает величину потока энергии, скорость прохождения массы пищи через пищевую цепь. На структуру биоценоза в большей степени оказывает влияние не количество фиксированной энергии, а скорость продуцирования пищи.

Энергия Солнца, потребленная растениями, превращается в потенциальную энергию химических связей органических соединений, из которых строится тело растений. Более половины энергии, связанной при фотосинтезе, расходуется на дыхание продуцентов, в основном это — зеленые растения, а остальная энергия поступает в пищевые цепи.

В организме фитофага эти органические вещества окисляются с выделением такого количества энергии, которое было затрачено на их синтез растением. Часть этой энергии используется для роста организма и построения его тела. Остальная часть потребленной энергии, как говорилось выше, идет для обеспечения жизненных процессов животного (дыхание, движение, размножение и другие) и, согласно второму закону термодинамики (переход энергии из одной формы в другую сопровождается снижением количества полезной энергии), превращается в тепло и рассеивается в пространстве (энтропия), т. е. уходит из экосистемы.

Поток энергии в экосистеме может быть проиллюстрирован схемой простой цепи питания.



Поток энергии через три уровня простой пищевой цепи (по П. Дювиньо)

Солнечная энергия, полученная растением, лишь частично используется в процессе фотосинтеза углеводов. Фиксированная в углеводах энергия представляет собой валовую продукцию экосистемы (P_B). Углеводы идут на построение тела и рост растений, причем часть их энергии затрачивается на дыхание (D_1). В результате чистая продукция ($P_Ч$) определяется по формуле:

$$P_Ч = P_B - D_1.$$

Таким образом, поток энергии, проходящий через уровень продуцентов, т. е. валовую продукцию можно представить так:

$$P_B = P_Ч + D_1.$$

Определенное количество созданных продуцентами веществ служит кормом (K) фитофагам, остальное в конце концов отмирает и перерабатывается редуцентами (H). Корм, ассимилированный фитофагами (A_2), лишь частично используется для образования их биомассы ($Я_2$). В основном он растрачивается на обеспечение энергией процессов дыхания (D_2) и в некоторой степени выводится из организма в виде выделений и экскрементов ($Э$). Поток энергии, проходящий через второй трофический уровень, выражается следующим образом:

$$A_2 = P_2 + D_2.$$

Консументы второго порядка (хищники) не истребляют всю биомассу своих жертв, но и из того количества ее, которое они уничтожают, лишь часть используется на создание биомассы их собственного трофического уровня. Остальная же часть, в основном, затрачивается на энергию дыхания,

а также выделяется с экскретами и экскрементами. Поток энергии, проходящий через уровень консументов второго порядка (хищники), выражается формулой:

$$A_3 = P_3 + D_3.$$

Анализируемая схема наглядно показывает, что поток энергии, который выражается количеством ассимилированного по цепи питания вещества, на каждом трофическом уровне уменьшается, т. е.:

$$P_4 > P_2 > P_3 \text{ и т. д.}$$

Таким образом, поскольку определенное количество вещества может быть использовано каждым биоценозом неоднократно, а порция энергии лишь один раз, правильнее говорить, что в экосистеме происходит каскадный перенос энергии и круговорот веществ.

Геологический (абиотический, большой) круговорот веществ возник задолго до появления жизни на Земле.

Геологический круговорот веществ — процесс циркуляции воды, минеральных веществ и газов между сушей, атмосферой и Мировым океаном.

В процессе геологического круговорота с одного места в другое в масштабе всей Земли перемещаются минеральные соединения, вода, газы, а также изменяется агрегатное состояние воды (жидкая; твердая — снег, лед; газообразная — пар). В основе этого круговорота лежит абиотический круговорот воды, который происходит без участия живых организмов. Наиболее интенсивно вода циркулирует в газообразном состоянии.

Источником энергии для большого круговорота выступает Солнце. Геологический круговорот — очень энергоемкий процесс. На Землю ежегодно поступает примерно $21 \cdot 10^{20}$ кДж солнечной энергии. Около

половины ее расходуется на испарение воды. До 30% солнечной энергии отражается облаками и поверхностью Земли, около 20% энергии поглощается в верхних слоях облаками и пылевыми частицами, содержащимися в атмосфере.

Солнце нагревает поверхность Мирового океана и вода испаряется. В процессе этого она меняет свое агрегатное состояние, то есть вода из жидкого состояния переходит в газообразное — пар. В атмосфере водяной пар конденсируется в мельчайшие капельки воды, из которых состоят облака. Затем вода выпадает в виде осадков (дождь, град, снег) на землю. Испарение воды происходит и с поверхности суши, хотя и в значительно меньших количествах, чем с поверхности океана. Круговорот воды в биосфере основан на том, что ее суммарное испарение с поверхности Земли компенсируется выпадением осадков. При этом из океана испаряется воды больше (что объясняется большей площадью), чем возвращается с осадками. На суше, наоборот, больше выпадает осадков, чем испаряется воды. Излишки ее стекают в водоемы и водотоки, а оттуда снова попадают в океан.

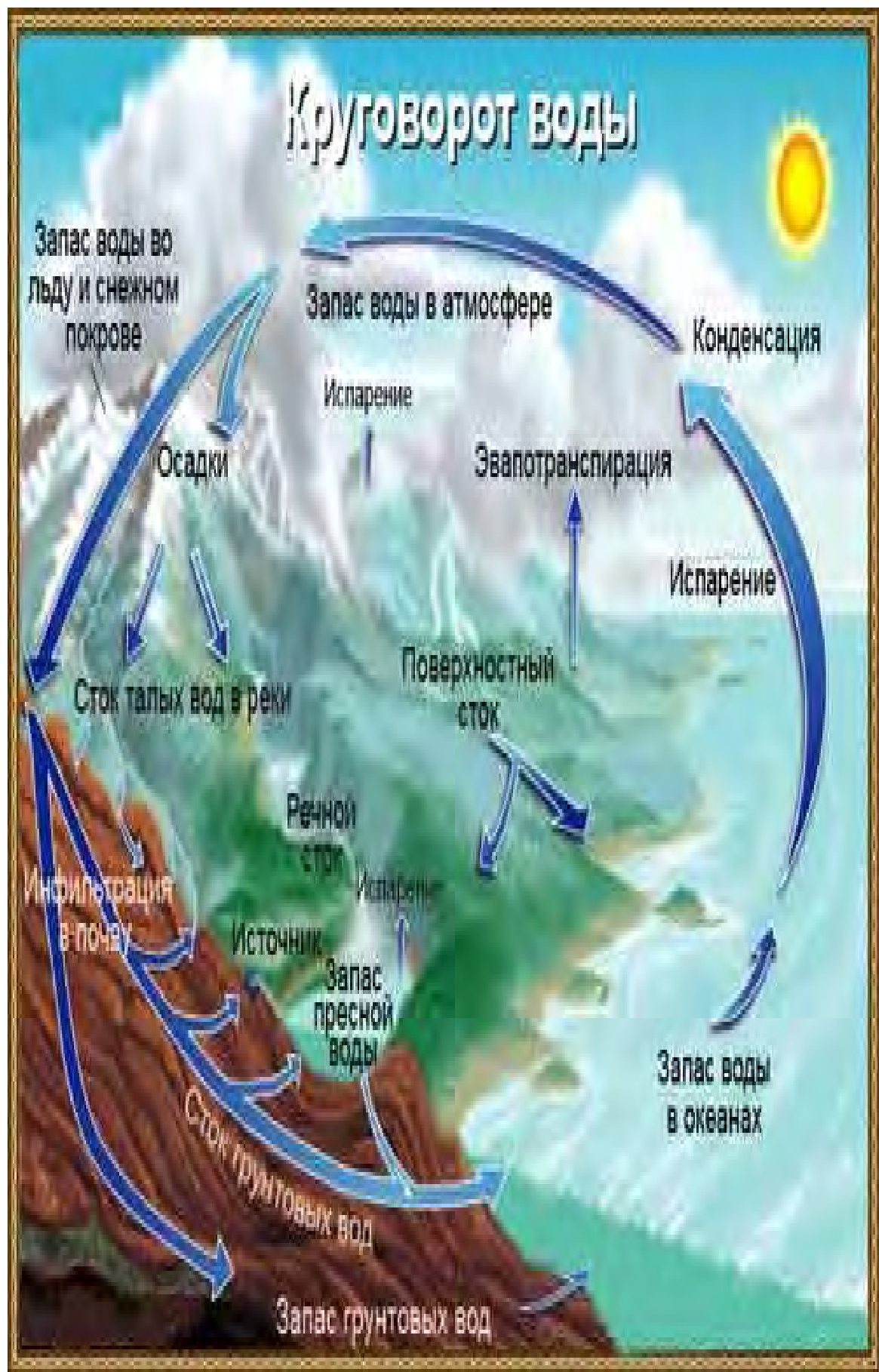
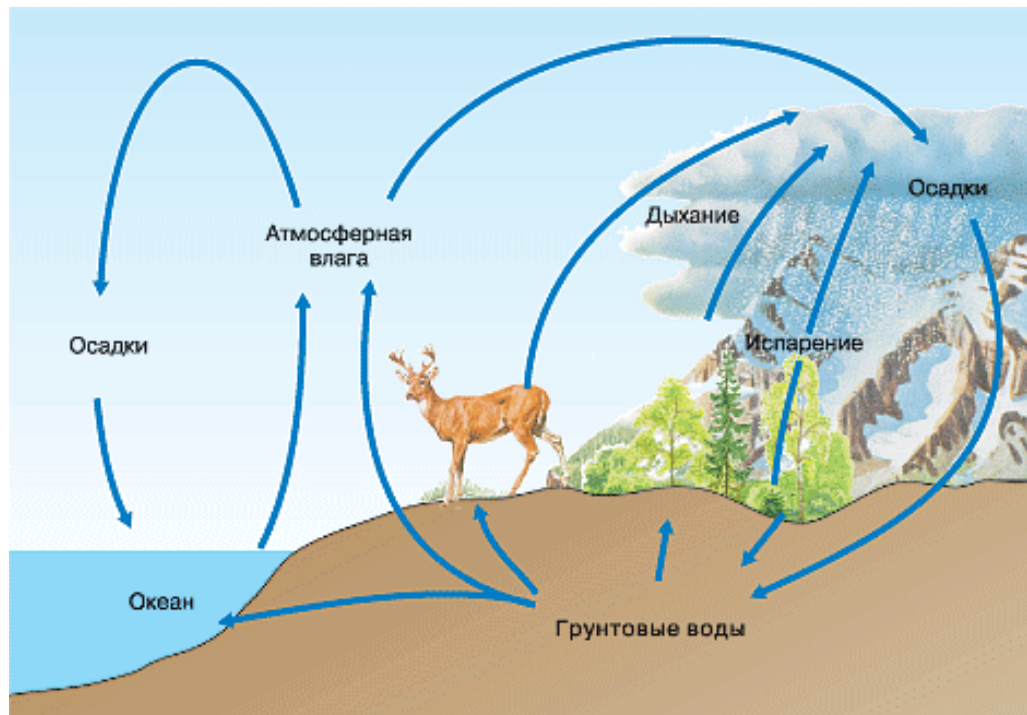


Схема геологического круговорота в биосфере



Вместе с водой осуществляется и интенсивная миграция газов в биосфере. Благодаря круговороту воды с суши в Мировой океан в растворенном виде попадает масса минеральных веществ. В обратном направлении минеральные вещества из океана мигрируют на сушу в результате приливов.

Биологический круговорот веществ (биотический, малый) возник на основе геологического в период зарождения жизни на Земле.

Биологический круговорот веществ — процесс циркуляции биологически важных химических соединений между живыми организмами и окружающей средой в пределах экосистем и биосферы.

В биологическом круговороте самыми важными моментами являются синтез и разрушение органических веществ. Эти два процесса находятся в определенном сбалансированном отношении. Баланс между образованием и минерализацией органических веществ относителен. Это своеобразный фактор, обуславливающий разнообразие живого вещества биосферы. Увеличение количества первичного органического вещества способствует

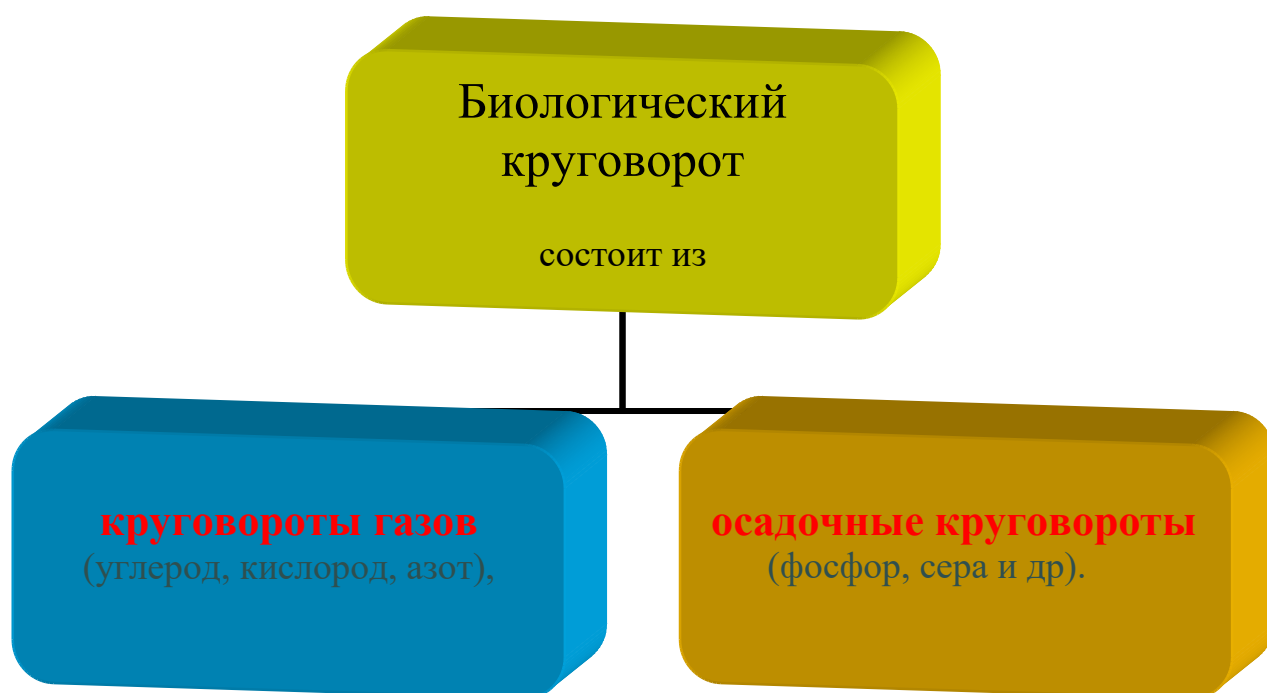
увеличению разнообразия живых организмов и соответственно темпов эволюции.

В противоположность геологическому, биологический круговорот не является энергоемким процессом. На создание первичного органического вещества затрачивается всего 0,1–0,2% падающей на Землю солнечной энергии. Больше половины аккумулированной в процессе фотосинтеза энергии расходуется продуцентами на дыхание и другие жизненные процессы, а остальная часть поступает в пищевые цепи.

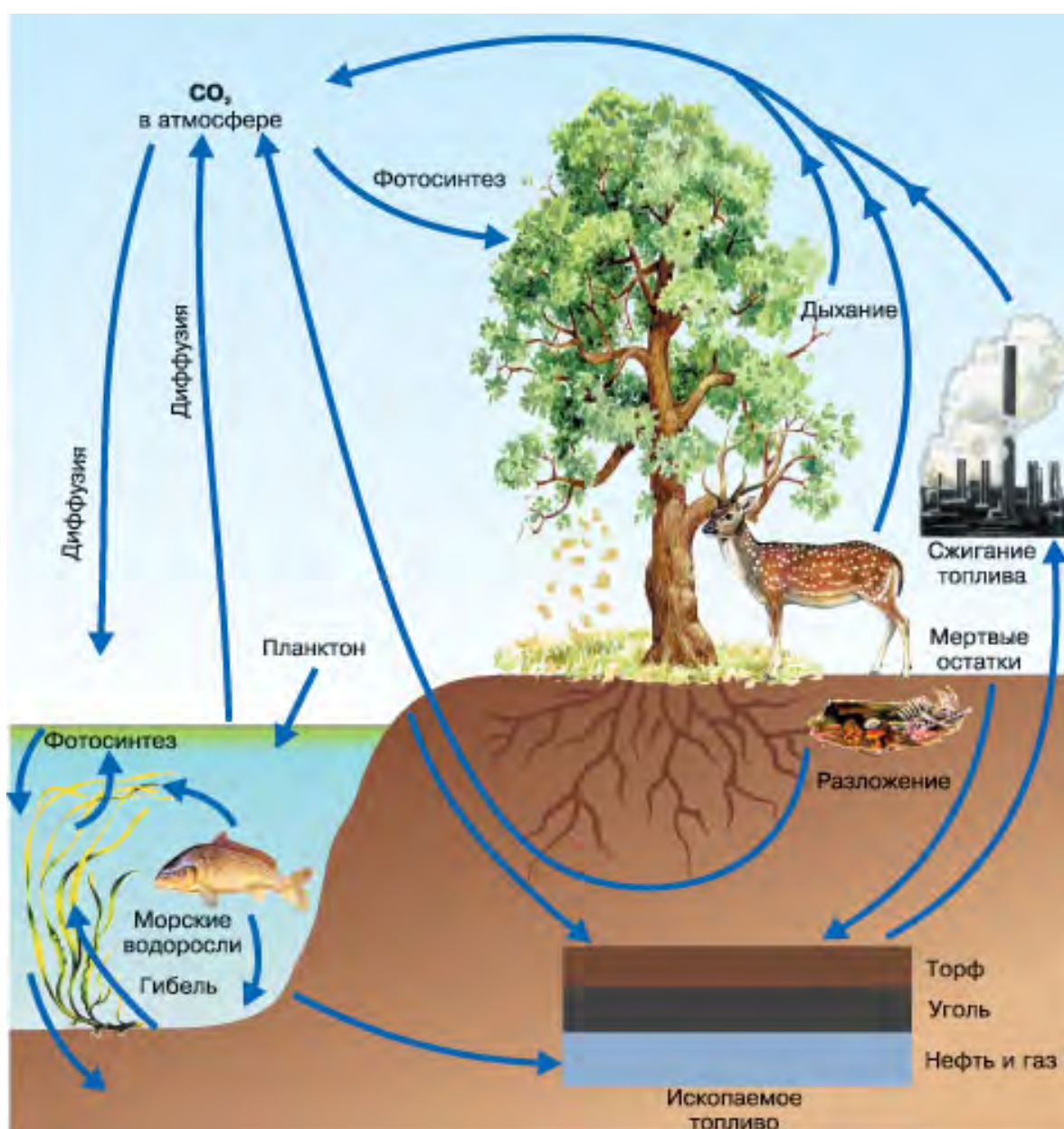
Малый круговорот в биосфере представляет собой комплекс биогеохимических циклов (круговороты углерода, азота, кислорода, фосфора, серы и т. п.).

Живые организмы создают в биосфере круговороты важнейших **биогенных элементов**, которые попеременно переходят из живого вещества в неорганическую материю.

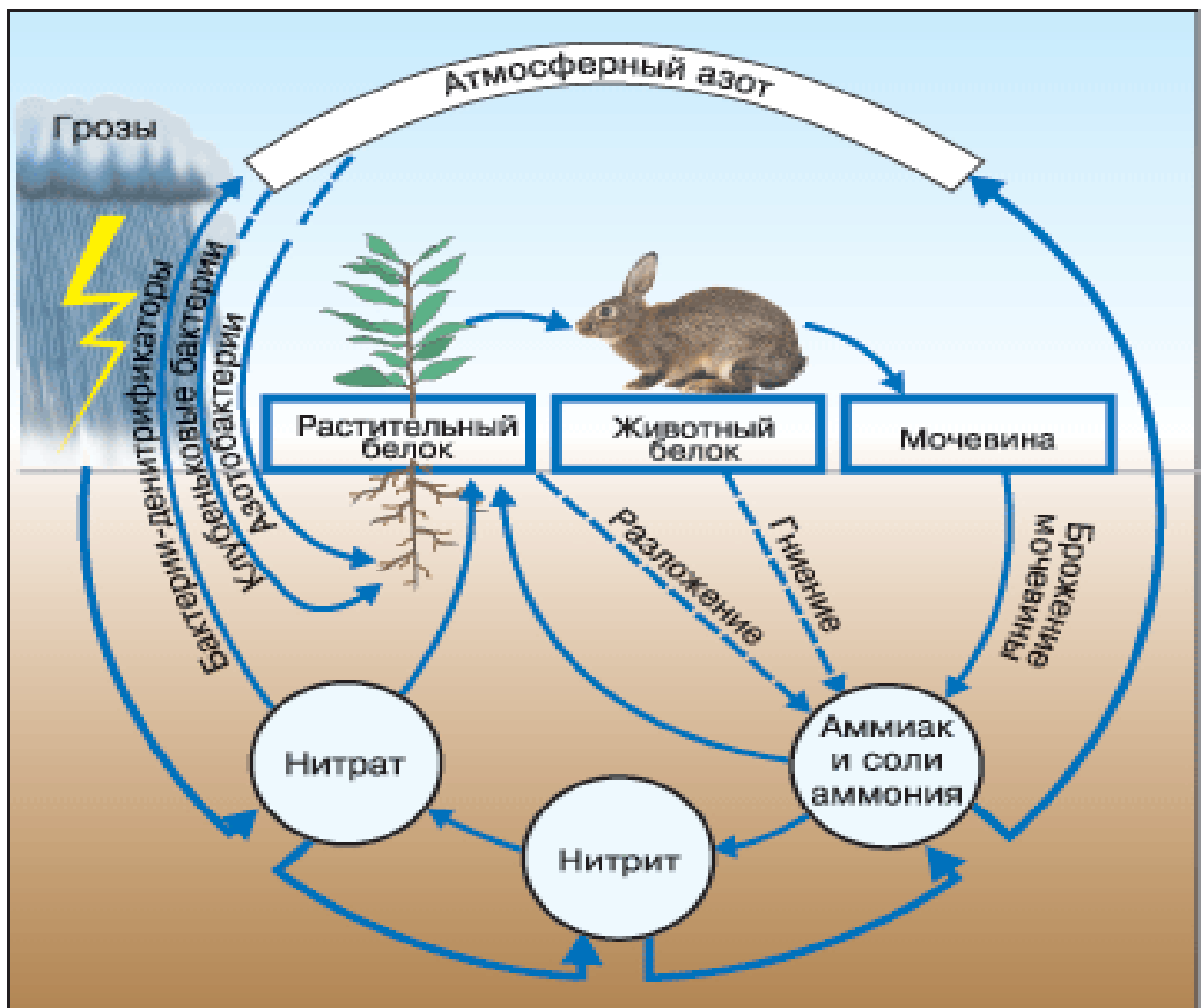
Эти циклы делят на две основные группы: **круговороты газов** и **осадочные круговороты**. В первом случае главный поставщик элементов – атмосфера (углерод, кислород, азот), во втором – горные осадочные породы (фосфор, сера и др).

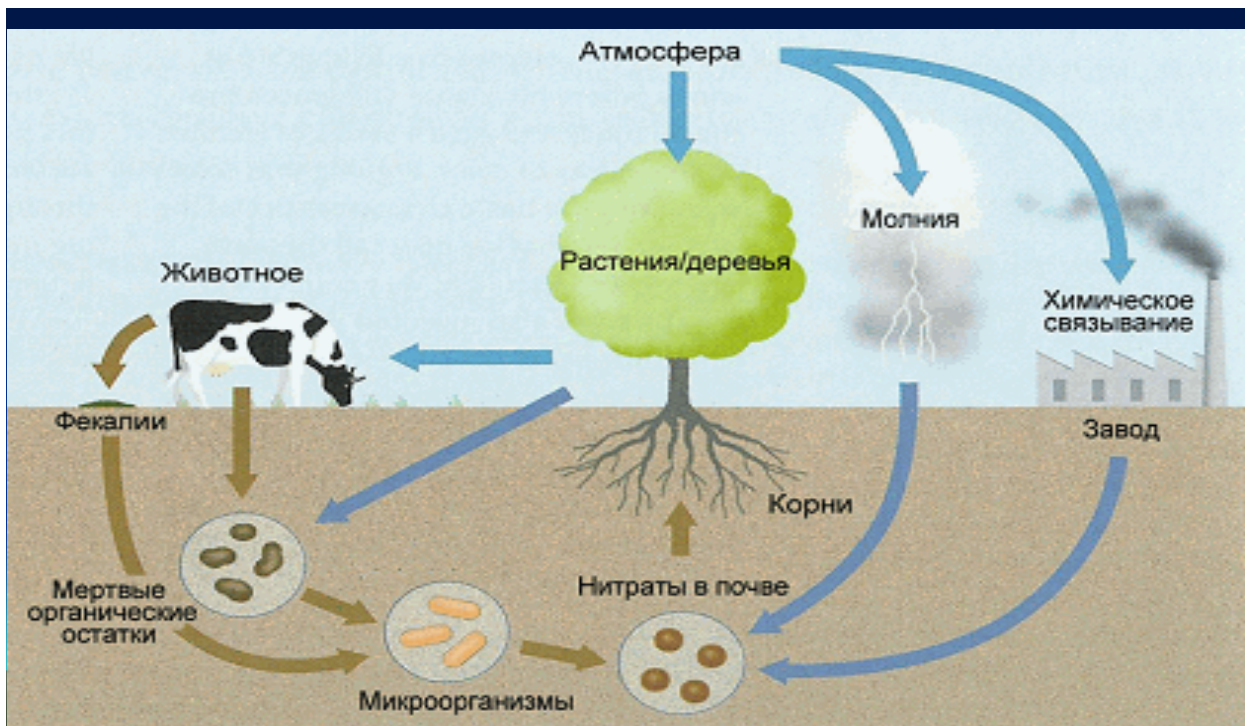


Круговорот углерода. Источником его для **фотосинтеза** служит углекислый газ (диоксид углерода), находящийся в атмосфере или растворенный в воде. Углерод, связанный в горных породах, вовлекается в круговорот значительно медленнее. В составе синтезированных растением органических веществ углерод поступает затем в **цепи питания** через живые или мертвые ткани растений и возвращается в атмосферу снова в форме углекислого газа в результате дыхания, брожения или сгорания топлива (древесины, нефти, угля и т. п.). Продолжительность **цикла углерода** равна трем-четырем столетиям.



Круговорот азота. Растения получают азот в основном из разлагающегося мертвого органического вещества посредством деятельности бактерий, которые превращают азот белков в усваиваемую растениями форму. Другой источник – свободный азот атмосферы – растениям непосредственно недоступен. Но его связывают, т. е. переводят в другие химические формы, некоторые группы бактерий и сине-зеленые водоросли, они обогащают им почву. Многие растения находятся в **симбиозе** с азотфиксирующими бактериями, образующими клубеньки на их корнях. Из отмерших растений или трупов животных часть азота, за счет деятельности других групп бактерий, превращается в свободную форму и вновь поступает в атмосферу.

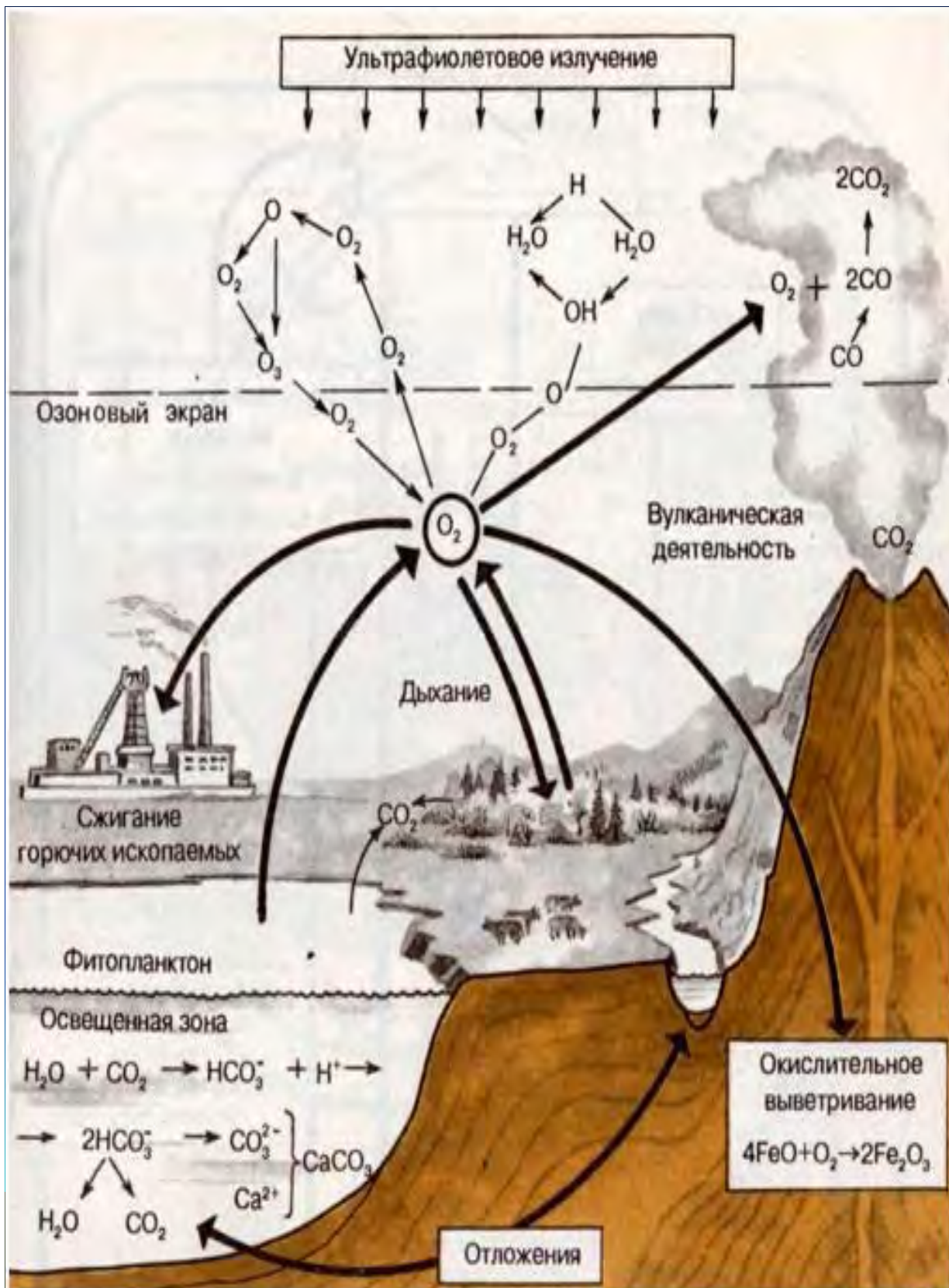








Круговорот фосфора и серы. Фосфор и сера содержатся в горных породах. При их разрушении и эрозии они поступают в почву, откуда используются растениями. Деятельность организмов-**редуцентов** снова возвращает их в почву. Часть соединений азота и фосфора смывается дождями в реки, а оттуда – в моря и океаны и используется водорослями. Но в конце концов в составе мертвого органического вещества они оседают на дно и снова включаются в состав горных пород.



Круговорот кислорода



Экологическое нормирование окружающей среды предполагает учет так называемой допустимой нагрузки на экосистему. Допустимой считается такая нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений и, следовательно, не вызывает нежелательных последствий у живых организмов и не ведет к ухудшению качества среды. **Оценка качества окружающей среды осуществляется дифференцированно по следующим направлениям:**

-  - качество воздушного бассейна,
-  - водного бассейна,
-  - почвенного слоя,
-  - продуктов питания и др.

Для оценки используют нормативы, ограничивающие воздействие вредных факторов, в основе обоснования которых лежит общий принцип: естественная адаптационная возможность организма. При воздействии вредного вещества на организм вначале возникает адаптация, затем предболезнь и в дальнейшем при сохранении той же интенсивности воздействия развиваются различные патологические болезненные эффекты, включающие в себя токсические, канцерогенные, мутагенные, аллергенные, гонадотропные и эмбриотропные. Эти болезненные эффекты могут вызывать болезни и даже приводить к летальному исходу. Нормативы качества окружающей среды подразделяются на санитарно-гигиенические, экологические, производственно-хозяйственные и временные.

К санитарно-гигиеническим нормативам относятся гигиенические и санитарно-защитные нормативы.

Под гигиеническими нормативами понимают предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосфере, водоемах и почве,

уровни допустимых физических воздействий – вибрации, шума, электромагнитного и радиоактивного излучения, не оказывающие какого-либо вредного воздействия на организм человека в настоящее время и в отдаленные промежутки времени, а также не влияющие на здоровье последующих поколений.

Если вещество оказывает вредное воздействие на окружающую природу в меньших концентрациях, чем на организм человека, то при нормировании исходят из порога действия этого вещества на окружающую среду.

К гигиеническим нормативам относят также токсикометрические показатели, представляющие собой концентрации, дозы вредных веществ или физические факторы, которые вызывают фиксируемые реакции организма.

Установление нормативов качества окружающей среды и продуктов питания основывается на концепции пороговости воздействия. Порог вредного действия - это минимальная доза вещества, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология. Таким образом, пороговая доза вещества (или пороговое действие вообще) вызывает у биологического организма отклик, который не может быть скомпенсирован за счет гомеостатических механизмов (механизмов поддержания внутреннего равновесия организма).

Нормативы, ограничивающие вредное воздействие, устанавливаются и утверждаются специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды, санитарно-эпидемиологического надзора и совершенствуются по мере развития науки и техники с учетом международных стандартов. В основе санитарно-гигиенического нормирования лежит понятие предельно допустимой концентрации.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) - нормативы, устанавливающие концентрации вредного вещества в единице объема (воздуха, воды), массы (пищевых продуктов, почвы) или поверхности (кожа работающих), которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства.

Санитарно-защитные нормативы предназначены для защиты здоровья населения и обеспечения достаточной чистоты пунктов водопользования при неблагоприятном вредном воздействии источников загрязнения. Их используют при образовании санитарных зон источников водоснабжения, пунктов водопользования, санитарно-защитных зон предприятий.

Экологические нормативы определяют предел антропогенного воздействия на окружающую среду, превышение которого может создать угрозу сохранению оптимальных условий совместного существования человека и его внешнего окружения. Они включают в себя эколого-гигиенические и эколого-защитные нормативы, а также предельно допустимые нормативные нагрузки на окружающую среду. При установлении эколого-гигиенических нормативов следует учитывать, что многие живые организмы более чувствительны к загрязнениям, чем человек, для которого установлены существующие нормативы, и поэтому целесообразно определить их на уровне, обеспечивающем нормальную жизнедеятельность живых организмов.

Экологозащитные нормативы направлены на сохранение генофонда Земли, восстановление экосистем, сохранение памятников всемирного культурного и природного наследия и т.п. Они используются при организации охранных зон заповедников, природных национальных парков, биосферных заповедников, зеленых зон городов и т.п.

Применение системы показателей предельно допустимых нормативов нагрузки на окружающую среду направлено на предотвращение истощения природной среды и разрушения ее экологических связей, обеспечение рационального использования и воспроизводства природных ресурсов. Эти нормативы представляют собой научно обоснованные предельно допустимые антропогенные воздействия на определенный природно-территориальный комплекс.

Производственно-хозяйственные нормативы предназначены для ограничения параметров производственно-хозяйственной деятельности конкретного предприятия с точки зрения экологической защиты природной среды. К ним относятся технологические, градостроительные, рекреационные и другие нормативы хозяйственной деятельности.

Технологические нормативы включают: предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ в атмосферу, предельно допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ в водоемы, предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ). Эти нормативы устанавливаются для каждого источника поступления загрязнений в окружающую среду и тесно связаны с профилем работы, объемом и характером загрязнений конкретного горного предприятия, цеха, агрегата. В связи с этим они могут быть разными даже в рамках одного горного предприятия (объединения). Область регламентированного воздействия ПДВ, ПДС и ПДТ на качество окружающей среды весьма широка. С помощью этих нормативов лимитируют отходы и выбросы в результате осуществления горных работ, шумовое загрязнение воздушной среды, расход топлива и пр. В то же время данные нормативы, характеризуя предельно допустимое количество загрязнений, поступающих в биосферу в зоне расположения источников, оборудованных системами обезвреживания, не позволяют дать оценку самим системам обезвреживания.

Градостроительные нормативы разрабатывают для обеспечения экологической безопасности при планировке и застройке городов и других населенных пунктов.

Рекреационные нормативы определяют правила пользования природными комплексами в целях обеспечения условий для полноценного отдыха и туризма.

Таким образом, санитарно-гигиеническое нормирование охватывает все среды, различные пути поступления вредных веществ в организм, хотя редко отражает комбинированное действие (одновременное или последовательное действие нескольких веществ при одном и том же пути поступления) и не учитывает эффектов комплексного (поступления вредных веществ в организм различными путями и с различными средами - с воздухом, водой, пищей, через кожные покровы) и сочетанного воздействия всего многообразия физических, химических и биологических факторов окружающей среды. Существуют лишь ограниченные перечни веществ, обладающих эффектом суммации при их одновременном содержании в атмосферном воздухе.

Анализ того, как изменяются с течением времени значения предельно допустимых концентраций, свидетельствует об их относительности, вернее - об относительности наших знаний о безопасности или опасности тех или иных веществ. Достаточно вспомнить о том, что в пятидесятые годы ДДТ считался одним из безопаснейших для человека инсектицидов и широко рекламировался для использования в быту. Для веществ, о действии которых не накоплено достаточной информации, могут устанавливаться временно допустимые концентрации (ВДК) - полученные расчетным путем нормативы, рекомендованные для использования сроком на 2-3 года.

Санитарно-гигиенические и экологические нормативы определяют качество окружающей среды по отношению к здоровью человека и состоянию

экосистем, но не указывают на источник воздействия и не регулируют его деятельность. Требования, предъявляемые собственно к источникам воздействия, отражают научно-технические нормативы. К научно-техническим нормативам относятся нормативы выбросов и сбросов вредных веществ (ПДВ и ПДС), а также технологические, строительные, градостроительные нормы и правила, содержащие требования по охране окружающей природной среды. В основу установления научно-технических нормативов положен следующий принцип: при условии соблюдения этих нормативов предприятиями региона содержание любой примеси в воде, воздухе и почве должно удовлетворять требованиям санитарно-гигиенического нормирования.

Научно-техническое нормирование предполагает введение ограничений деятельности хозяйственных объектов в отношении загрязнения окружающей среды, иными словами, определяет предельно допустимые потоки вредных веществ, которые могут поступать от источников воздействия в воздух, воду, почву. Таким образом, от предприятий требуется не собственно обеспечение тех или иных ПДК, а соблюдение пределов выбросов и сбросов вредных веществ, установленных для объекта в целом или конкретных источников, входящих в его состав. Зафиксированное превышение величин ПДКв или ПДКмр в окружающей среде само по себе не является нарушением со стороны предприятия, хотя, как правило, служит сигналом невыполнения установленных научно-технических нормативов (или свидетельством необходимости их пересмотра). В случае, когда по тем или иным объективным причинам не представляется возможным разработать гигиенические или технологические нормативы, устанавливаются временные нормативы. По мере роста научных знаний, развития и совершенствования техники и технологии их регулярно пересматривают в сторону ужесточения, с тем чтобы воздействие на природу было минимальным.

Лабораторная работа

Управление водной экологической системой

Цель работы:

Основная задача состоит в том, чтобы в течение июня вывести озеро из запущенного состояния до уровня ПДК во всех зонах по каждому из трех ингредиентов, а затем в течение июля поддерживать качество воды в озере на уровне ПДК.

Описание экологической системы

Моделируемая в процессе игры управляемая экологическая система включает в себя:

- водоем;
- прибрежные предприятия;
- станции ежедневного взятия проб воды;
- гидрометеослужбу;
- службу управления качеством воды;
- финансирующий орган.

Для успешного управления необходимо усвоить закономерности, лежащие в основе водного баланса, превращений и деструкции веществ, насыщения воды кислородом, влияния метеоусловий на экологические процессы; ему необходимо научиться оптимальному планированию нескольких взаимосвязанных параметров управления в условиях ограничения суммарной стоимости расходов.

- Водоем 200 X 300 м , разбитый на три зоны одинаковой площади 200 X 100м - промышленную, среднюю и культурную (со средними глубинами 5м, 10м и 5м соответственно). Нормальным считается уровень воды в озере 9.8 - 10.2 м.

- Прибрежные предприятия. Среди них - завод, фабрика, база - используют воду озера для своих технологических процессов, загрязняя ее органикой и неорганикой.
- Объем забираемой воды равен объему сбрасываемой. Концентрации органики и неорганики в сбрасываемой воде могут меняться через каждую декаду.
- Ботанический сад только забирает воду из озера.

Данные о деятельности предприятий по декадам

Декады	Завод			Фабрика			База			Бот. сад
	вода, м ³	неорг., мг/л	орг., мг/л	вода, м ³	неорг., мг/л	орг., мг/л	вода, м ³	неорг., мг/л	орг., мг/л	Вода, м ³
Июнь										
1 – 10	1200	2000	200	700	1500	250	1000	2000	300	1000
11 – 20	1200	2000	200	350	1500	250	1000	2000	300	----
21 – 30	1200	2000	200	350	1500	250	1000	1000	300	400
Июль										
1 - 10	1500	2000	200	350	1500	250	1000	1000	300	600
11 – 20	1200	2000	200	350	1500	250	1000	1000	400	300
21 – 30	1200	2000	200	350	1500	250	1000	2000	300	500

В игре установлен предел допустимых концентраций (ПДК) в мг/л по кислороду, органике и неорганике для каждой зоны. Ниже приводится таблица, где представлены ПДК, причем ПДК по кислороду определяет нижнюю границу, ПДК по органике и неорганике - верхнюю.

Показатель	Пром. зона	Средняя зона	Культурная зона
Кислород, мг/л	2	4	6
Органика, мг/л	60	40	25
Неорганика, мг/л	350	300	220

Станции ежедневного взятия проб воды. Две из них стационарные - в промышленной и средней зоне, одна передвижная для взятия проб воды при необходимости в культурной зоне.

Гидрометеослужба - осуществляет краткосрочный метеопрогноз (до 10 дней): температура воздуха и воды, осадки, давление и сила ветра.

Данные об изменениях погодных условий заложены в игру и остаются одними и теми же, поэтому все игроки оказываются в равных условиях, диктуемых внешней обстановкой.

Служба управления качеством воды. Осуществляет подкачку чистой воды в промышленную зону, сброс воды из культурной зоны, искусственную аэрацию вод. Интенсивность аэрации задается величинами A_1 и A_2 мг/л - на сколько можно поднять аэрацию воды без учета других факторов поступления и расходования воздуха. Следует однако иметь в виду, что искусственная аэрация, сколь сильной она ни была, не может дать концентрацию кислорода выше предельного насыщения (эта величина зависит от температуры воздуха и атмосферного давления).

В части водного баланса обучаемому следует учесть, что станции перекачки воды переводятся автоматически на режим подъема уровня ($P=5000, S=0$) или его снижение ($P=0, S=5000$) на одни сутки, если уровень воды выходит за пределы допустимых норм.

Чтобы управлять уровнем воды, следует учитывать баланс воды:

$$B = W_g - W_u - W_c + (P - S)$$

где W_g и P - приход воды в озеро за счет дождей и перекачки; W_u , W_c , S - расход за счет испарения, забора воды ботаническим садом и сброса.

Финансирующий орган. Для управления экосистемой озера на 2 месяца выделяется 300 руб. Эти деньги расходуются на перекачку воды (из расчета 50 коп за каждые 1000 куб.м) и на искусственную аэрацию (из расчета 25 коп за повышение концентрации кислорода в одной зоне на 1 мг/л).

В игре денежные расходы не выведены на первый план, однако отсутствие их учета будет со стороны обучаемого большой ошибкой. Как

только выделенная сумма будет израсходована, так в оставшиеся дни экологическая система будет развиваться без возможности управления со стороны обучаемого, что очень быстро приводит к ухудшению качества воды.

Таким образом разумная экономия при благоприятных условиях, свободный расход в условиях неблагоприятных и ориентир на среднесуточный расход 5 руб - позволяет обучаемому успешно выполнять свою роль диспетчера до окончания срока игры.

Оптимальная стратегия управления экосистемой.

Процесс управления экосистемой имеет циклический характер. В начале каждого цикла, обучаемый оценивает по информации кадра дисплея:

- состояние озера, т.е. текущую дату, уровень воды в озере, концентрации ингредиентов в каждой из трех зон;
- прогноз погоды на текущую декаду;
- прогноз деятельности прибрежных предприятий;
- оставшуюся в его распоряжении денежную сумму для расхода на перекачку воды и аэрацию.

После этого его задачей оказывается выбор :

- мощности подкачки чистой воды и откачки загрязненной на каждые сутки очередного цикла (от 0 до 5000 куб.м /сут);
- применения искусственной аэрации в средней и культурной зоне;
- продолжительности очередного цикла (от 3 до 10 суток);

Искусственная аэрация

Растворенный в воде кислород как расходуется так и пополняется ввиду нескольких причин.

1. Расход обусловлен разложением органики и водообменом с предприятиями: забирая воду, обогащенную кислородом, и сбрасывая воду без кислорода, предприятие уменьшает концентрацию кислорода в воде.

2. Чем больше в воде органики и выше температура, тем больше расходуется кислорода на ее разложение.
3. Пополняется кислородом вода за счет естественной и искусственной аэрации, а также за счет дождевой воды и подкачиваемой чистой воды.
4. Концентрацию кислорода в промышленной зоне можно повышать за счет перекачки чистой воды, тогда как в средней и культурной зонах это следует делать за счет аэрации, причем аэрация в средней зоне должна быть выше чем в культурной.

Подкачка и сброс воды

1. Концентрация органики растет только за счет сброса сточных вод предприятиями.
2. Убывает за счет деструкции (4 %) и разложения.
3. Также концентрация органики изменяется вследствие перетока воды из одних зон в другие.
4. Чем выше концентрация кислорода в воде тем сильнее идет разложение органики, а значит увеличивается концентрация неорганики.
5. Концентрацию неорганики можно понизить только проточностью воды.

Анализ системы:

1. В начале каждого цикла следует проанализировать наличие концентрации кислорода, органики, неорганики, получив все сведения с помощью режима "Состояние".

2. Затем необходимо оценить прогноз погоды и прогноз деятельности предприятий.

3) На основании анализа необходимо выбрать параметры управления - величины P, S, A1, A2, а также T - количество суток очередного цикла.

4) Для набора значений используются клавиши управления курсором (стрелка влево, стрелка вправо, стрелка вниз, стрелка вверх). После нажатия

клавиш (стрелка вверх, стрелка вниз) совершается переход от одной строки к другой (на каждой строке - свой параметр).

5) За увеличением или уменьшением концентраций контролируемых ингредиентов, можно следить по графикам на экране дисплея.

В заключение приводится один из вариантов управления озером, обеспечивающий уровень ПДК в течение всего июля (оценка – «отлично»).

Пример:

Дата	Дл. цикла, Т, сут.	Подкачка, Р, м ³ /сут	Сброс S, м ³ /сут	Аэрация 1 А1, мг/л	Аэрация 2 А2, мг/л
1.06	3	2000	----	6	6
4.06	4	2000	500	5	3
8.06	3	3000	1500	4	3
11.06	3	3500	3100	4	3
14.06	4	3250	3000	5	5
18.06	3	3500	3300	4	4
21.06	3	4000	3500	3	3
24.06	4	4000	3000	1	1
28.06	3	4000	3000	1	1
1.07	3	5000	4000	2	2
4.07	4	4500	3500	3	3
8.07	3	4500	3500	2	1
11.07	3	4500	3500	1	1
14.07	4	5000	4000	3	3
18.07	3	5000	4500	2	3
21.07	3	5000	4000	3	4
24.07	4	3500	2500	1	1
28.07	3	---	---	1	1

Тема 4. Экологические факторы и основные законы экологии

Вопросы темы:

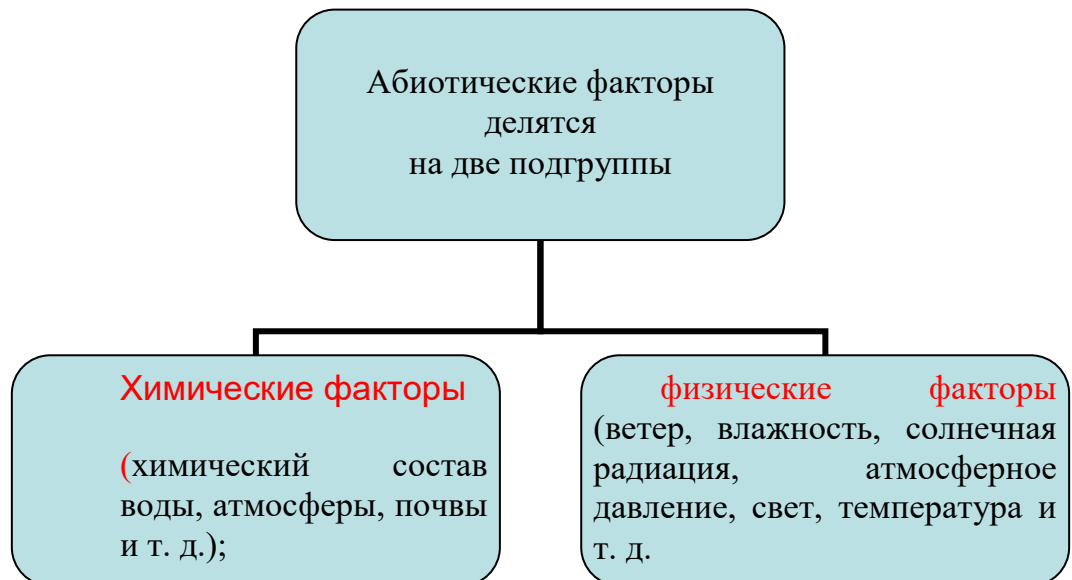
Экологические факторы: определение и классификация. Опасные экологические факторы: токсиканты в окружающей среде (нитраты, тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, стойкие органические загрязнители).

Закон взаимодействия экологических факторов. Лимитирующие факторы. Законы минимума Либиха и толерантности Шелфорда. Постулаты Коммонера. Законы Дансеро о взаимодействии биосферы и общества.

Окружающая среда включает в себя природную среду (наземно-воздушную, водную, почву, живые организмы), а также техногенную среду (созданную человеком).

Элементы окружающей среды, воздействующие на живой организм, называются **экологическими факторами**. Существует следующая классификация экологических факторов:

- **абиотические** – это условия неживой природы, влияющие на живые организмы (температура, свет, атмосферное давление, влажность, свойства атмосферы и воды, особенности почвы и рельефа);



а). **Климатические** (солнечная радиация, свет, температура, влажность, атмосферные осадки, ветер, атмосферное давления, фотопериодизм),

Свет характеризующийся интенсивностью и качеством лучистой энергии Солнца, которая используется фотосинтезирующими зелеными растениями для создания растительной биомассы.

Солнечный свет:

1. Инфракрасные лучи; 2. Видимые лучи; 3. Ультрафиолетовые лучи.

Фотопериодизм – это реакция организмов на суточный ритм освещения то есть на соотношение светлого и темного периодов суток. На основе фотопериодизма у растений и животных в процессе эволюции вырабатывались специфические биологические ритмы: годовые (сезонные), суточные

б). **Эдафические** (механическая структура и химический состав почвы, влагоемкость, водный, воздушный и тепловой режим почвы, кислотность, влажность, газовый состав, уровень грунтовых вод)

в). **Орографические** (рельеф, крутизна склона, перепад высот, высота над уровнем моря.)

г). **Гидрографические** (прозрачность воды, проточность, температура, газовый состав, содержание минеральных и органических веществ)

д). **Химические** (газовый состав атмосферы, солевой состав воды)

е). **Пирогенные** (воздействия огня или пожара)

- **биотические** – совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие (конкуренция, хищничество, паразитизм, антибиоз, симбиоз);
- **антропогенные** - совокупность влияний деятельности человека на окружающую среду и живые организмы (изменение теплового и энергетического баланса Земли, нарушение природных материальных ресурсных циклов путем загрязнения и чрезмерного потребления природных ресурсов, разрушение природных ландшафтов и мест обитания диких видов растений и животных, снижение биологического разнообразия).

Опасные экологические факторы

- 1) **пестициды** – это вещества, используемые в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями и болезнями с.-х. растений, а также сорной растительностью. Чаще всего, это хлор-, фосфорорганические соединения, средне- и высокотоксичные. Особая опасность состоит в накопительном эффекте, как в окружающей среде, так и в организме человека и животных. Даже после однократного применения веществ этой категории они в течение 7 лет могут определяться в почве и растительной продукции.
- 2) **тяжелые металлы** – химические элементы с атомной массой более 40 пятой и шестой периодов таблицы Менделеева, это: свинец, кадмий, ртуть, марганец железо и др. Большинство из них опасны для здоровья человека, попадая в организм с вдыхаемым воздухом, пищей, водой.
- 3) **нитраты** – это ионная форма NO_3 минеральных азотных удобрений. Загрязняют окружающую среду и продукты питания в результате не соблюдения норм и технологий внесения удобрений. В организме человека нитраты превращаются в

нитриты, блокирующие гемоглобин, вызывая гипоксию. Нитриты далее превращаются в канцерогенные вещества - нитрозамины.

- 4) **СОЗы** – стойкие органические загрязнители, включают 12 классов химических соединений, в т.ч. дуст (ДДТ), фураны, полихлорбифенилы (ПХБ), боевые отравляющие вещества зорин, заман. Суперэкоотоксикантами, превосходящими по токсичности стрихнин и пураре, являются диоксины.

Вся группа СОЗов никем и нигде не производится, но постоянно образуется при химических реакциях в присутствии хлора и высоких температурах (бумажно-целлюлозная промышленность, металлургия, химпроизводство, сжигание мусора). В окружающей среде СОЗы не разлагаются, т.е. накапливаются в пищевых цепях, значительно влияя на иммунную и эндокринную системы человека, приводя к уродствам новорожденных, раковым заболеваниям, диабету и др.тяжелым поражениям.

Законы экологии

Закон минимума, сформулированный Ю. Либихом

Стойкость организма определяется самым слабым звеном в цепи ее экологических потребностей. Если количество и качество экологических факторов близкие к необходимому организму минимуму, он выживает, если меньшие за этот минимум, организм гибнет, экосистема разрушается.

Поэтому во время прогнозирования экологических условий или выполнение экспертиз очень важно определить слабое звено в жизни организмов.

Закон ограниченности природных ресурсов

Все природные ресурсы в условиях Земли исчерпаемы. Планета есть естественно ограниченным телом, и на ней не могут существовать бесконечные составные части.

Закон пирамиды энергии, сформулированный Р. Линдеманом

С одного трофического уровня экологической пирамиды на другого переходит в среднем не более 10 % энергии.

По этому закону можно выполнять расчеты земельных площадей, лесных угодий с целью обеспечения населения продовольствием и другими ресурсами.

Закон равнозначности условий жизни

Все естественные условия среды, необходимые для жизни, играют равнозначные роли. Из него вытекает другой закон-совокупного действия экологических факторов. Этот закон часто игнорируется, хотя имеет большое значение.

Закон толерантности (закон Шелфорда)

Лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического влияния, диапазон между которыми определяет степень выносливости (толерантности) организма к данному фактору. Соответственно закону любой избыток вещества или энергии в экосистеме становится его врагом, загрязнителем.

Закон толерантности Шелфорда

Если в среде, являющейся совокупностью взаимодействующих факторов, есть такой фактор, значение которого меньше определенного минимума или больше определенного максимума, то проявление активной жизнедеятельности организма в этой среде невозможно.

Минимальное и максимальное значения этого фактора выступают в роли ограничивающих (лимитирующих). Расстояние между двумя пессимумами - зона толерантности.

Толерантность - выносливость вида по отношению к колебаниям какого-либо экологического фактора. Толерантные виды - виды, устойчивые к неблагоприятным условиям среды.

Закон толерантности был дополнен в 1975г Ю.Одумом:

- Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий диапазон в отношении другого.
- Организмы с широким диапазоном толерантности в отношении всех экологических факторов обычно наиболее распространены
- Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то диапазон толерантности может сузиться и в отношении других экологических факторов (например, если содержание азота в почве мало, то требуется больше воды для злаков)
- Диапазоны толерантности к отдельным факторам и их комбинациям различны.
- Период размножения является критическим для всех организмов, поэтому именно в этот период увеличивается число лимитирующих факторов.

Основные постулаты Коммонера

Они были сформулированы в начале 70-х годов XX в. американским ученым Б. Коммонером.

Первый постулат: *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 последствиям. (например, осушение болот приводит к обмелению рек).

Второй постулат: *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 постулат: *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 постулат: *Ничто не дается даром либо за все надо платить.* 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.

Закон грунтоистощения (уменьшение плодородия)

Постепенное снижение естественного плодородия почв происходит из-за продолжительного их использования и нарушения естественных процессов почвообразования, а также вследствие продолжительного выращивания монокультур (в результате накопления токсичных веществ, которые выделяются растениями, остатков пестицидов и минеральных удобрений).

Тема 5. Природно-ресурсный потенциал и его использование

Вопросы темы:

Природные ресурсы: определение, классификация.

Рациональное использование природных ресурсов.

Минеральные ресурсы Республики Беларусь и их использование.

Невозобновляемые природные ресурсы и вторичные материальные ресурсы.

Неисчерпаемые энергетические ресурсы: солнце, ветер, вода, биомасса, геотермальная энергия.

Энергоэффективность и энергосбережение.

Природные ресурсы - это компоненты окружающей среды, которые могут быть использованы человеком для удовлетворения своих потребностей при имеющемся уровне развития производительных сил. Природные ресурсы составляют энергетическую и сырьевую базу человека.

Ресурсы, с помощью которых человек воздействует на природу или которые приспособляет для собственного потребления, называются средствами труда (например, земля как базис). К средствам труда относят также такие свойства природы, как сила ветра, падающей воды, приливов и отливов.

Предметы труда - природные материалы, которые в процессе производства подвергаются обработке, изменяют свою форму и идут на непосредственное использование (минеральные ресурсы, леса, дары моря и т. п.).

Критерием включения тех или иных элементов в состав ресурсов является техническая возможность и экономическая целесообразность их использования, а также уровень изученности. На сегодняшний день

человек в качестве природных ресурсов использует практически все компоненты окружающего мира - воздуха, воды, почв, растительного и животного мира, а также недр земли.

Существует несколько классификаций природных ресурсов. Например, по принадлежности к тем или иным компонентам природы выделяют следующие основные группы *естественных ресурсов*: ископаемые (геологические и минеральные), атомные, климатические, водные, космические, почвенные, растительные, фаунистические.

Экологическая классификация характеризует природные ресурсы по их исчерпаемости и возможности восстанавливаться (рис.3).

Есть ресурсы, которые при имеющихся на сегодня силах и возможностях человека, уничтожить нельзя и которые поэтому получили название неисчерпаемых. К таким ресурсам относятся все воды нашей планеты Земля, или, как их называют, воды мирового океана. Действительно, поверхность нашей планеты более чем на $2/3$ покрыта водой, запасы которой не только колоссальны, но и постоянно возобновляются за счет круговорота веществ. К неисчерпаемым ресурсам мы также относим такие энергетические ресурсы, как энергия солнца, ветра, воды, которые расходовать или уничтожить в настоящее время при имеющихся производственных возможностях и уровне потребления невозможно.

Есть ресурсы, количество которых при имеющемся уровне потребления уменьшается, и они могут исчезнуть совсем. Часть из них лишь однажды нам была дана природой и заново не образуется. К таким ресурсам относят полезные ископаемые. Но есть такие ресурсы, как растительный и животный мир, а также частично почвы, которые, благодаря способности живых организмов размножаться, способны восстанавли-

ваться при рациональном обращении с ними. Такие ресурсы получили название возобновимые.

Основным источником получения энергии на современном этапе развития человечества является ископаемое топливо – нефть, газ, уголь. Это **невозобновляемые природные ресурсы**. Эти виды ископаемого топлива формировались миллионы и сотни миллионов лет в недрах Земли, в анаэробных условиях. Они состоят из углерода и водорода. В природном газе содержание водорода высокое, в нефти и угле – низкое. Кроме этих элементов, в ископаемом топливе (нефть, уголь) содержится до 10% серы. В настоящее время темпы извлечения из земной коры и сжигания этих видов топлива в миллионы раз превышают темпы их образования. Продуктами сжигания являются углекислый газ, сернистый ангидрид и пары воды, которые загрязняют атмосферный воздух.

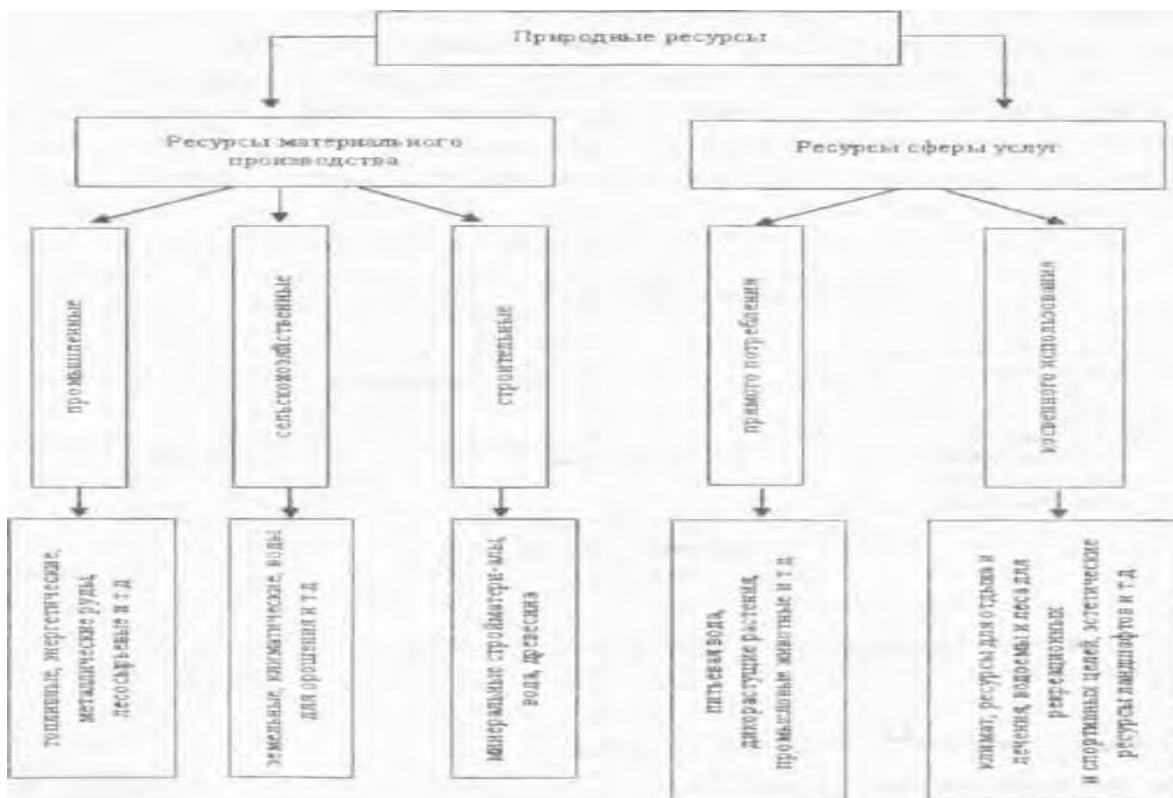
При современных темпах использования и разведанных запасах угля, нефти и газа, их хватит соответственно на 200, 40 и 60 лет. Быстрому использованию невозобновляемых источников энергии способствует сложившаяся в мире экономическая ситуация – цены на них постоянно растут, но продолжают оставаться достаточно низкими, в сравнении с альтернативными нелимитированными источниками энергии – солнечной, ветровой, геотермальной, энергией падающей воды, первичной и вторичной биомассой. Достаточно большими запасами ископаемого топлива обладают Российская Федерация, Германия, Польша, Норвегия.



Экологическая классификация природных ресурсов

Экономическая классификация

Данная классификация подразделяет ресурсы по способу их экономического использования.



Экономическая классификация природных ресурсов

Схема отражает группу ресурсов, которые в большом объеме используются в качестве сырья для производственных целей. Такие ресурсы получили название *ресурсы материального производства*. Кроме того, есть *ресурсы сферы услуг*, которые непосредственно потребляются человеком для удовлетворения своих индивидуальных потребностей. Но использовать эти ресурсы можно как непосредственно их потребляя, изымая их из окружающей среды (ресурсы прямого потребления), так и пользоваться ими, удовлетворяя свои потребности, не расходуя эти ресурсы и не ухудшая их качества (ресурсы косвенного потребления).

Важным дополнительным признаком экономической классификации

является возможность одноцелевого или многоцелевого использования ресурсов. К ресурсам одноцелевого использования относятся: минерально-сырьевые и топливно-энергетические ресурсы, предназначенные для получения конкретных видов сырья, топлива, энергии, например, уголь. Различают также ресурсы многоцелевые, такие как земельные, лесные, водные, которые имеют разнообразные способы применения.

В современных условиях практический интерес представляет рыночная классификация природных ресурсов: 1) ресурсы стратегического значения, торговля которыми должна быть строго ограничена, поскольку может привести к подрыву безопасности государства (например, урановые руды и другие радиоактивные материалы); 2) ресурсы экспортного значения, обеспечивающие основной приток валютных поступлений (нефть, природный газ, золото, в Беларуси калийные соли); 3) ресурсы внутреннего рынка, имеющие, как правило, повсеместное распространение (минеральное, строительное и лесотехническое сырье).

Минеральные ресурсы Республики Беларусь представлены 5 тысячами месторождений, на которых производится добыча 30 видов полезных ископаемых. В республике имеются 3 крупных месторождения калийных солей (разведанные запасы составляют 9,7 млрд. т): Старобинское (ПО «Беларуськалий»), Петриковское, Любанское. Эксплуатируются 3 месторождения поваренной соли: Давыдовское, Мозырское, Старобинское.

Горючие полезные ископаемые представлены нефтью – учтено свыше 60 месторождений, из них 30 эксплуатируются, остальные относятся к категории разведываемых или законсервированных. Общие извлекаемые запасы нефти оцениваются в 74 млн. т, годовая добыча – 1,8 – 2,0 млн.т. Растворенный в нефти газ добывают попутно в годовом объеме 300 млн.м³.

Годовые объемы добычи торфа составляют 3 млн.т. На территории Республики Беларусь разведано 2 месторождения бурого угля – Житковичское и Бриневское с общими запасами 99 млн. т. Вследствие

глубокого залегания и низких экологических показателей этого вида топлива в настоящее время месторождения находятся в стадии разработки.

Запасы горючих сланцев Любанского и Туровского месторождений оцениваются в 11 млрд. т, из которых получают сланцевое масло, используемое в дальнейшем в качестве топлива, химического сырья и синтетической нефти. Перспективна добыча природного газа, содержащегося в сланцах.

В Республике Беларусь выявлены 2 месторождения железных руд с общим запасом 700 млн.т. В настоящее время они не имеют промышленного значения вследствие низкой концентрации железа и высоких затрат на обогащение.

Объемы годовой добычи строительного камня оцениваются в 350 млн.м³. Около 300 месторождений глинистого сырья позволяют добывать его в объеме 3 млн. т в год. Имеется в республике 80 месторождений строительных песков, 3 месторождения формовочных, 2 – стекольных песков. Из 70 месторождений карбонатного сырья добывают мел, мергель, доломит, мрамор, известняк.

Лабораторная работа

Определение нитратов в растительной продукции

Цель работы:

Изучить возможные источники поступления нитратов в окружающую среду и методы снижения их содержания в продукции. Определить содержание нитратов в образцах растительной продукции.

Сущность метода определения нитратов заключается в их экстракции из подготовленных образцов растительной продукции раствором алюмокалиевых квасцов и последующим измерением концентрации нитрат-иона в полученной суспензии ионометрическим Методом.

Средства измерения, приборы, вспомогательные устройства, реактивы, материалы. Весы аналитические, сушильный шкаф, Комплект «Микропроцессорный измеритель концентрации нитратов» - МИКОН-МИН 100., ступка фарфоровая, мезгообразователь, терка пластмассовая, ножницы, скальпель, мерные колбы емкостью 50, 100 см³, раствор алюмокалиевых квасцов, дистиллированная вода, нитрат калия, образцы растительной продукции, мешалка лабораторная или встряхиватель, цилиндры 50 см³.

Ход работы

Подготовка растительного материала. Пробы исследуемой растительной продукции предварительно необходимо очистить вымыть и вытереть досуха чистой тканью.

Если анализируемая проба состоит из нескольких образцов, то клубнеплоды (картофель), корнеплоды (свекла, редис и др.), капусту, лук, томаты, огурцы, кабачки и бахчевые культуры разрезают крестообразно вдоль оси на четыре равные части. В пробу для анализа берут четвертую часть от каждой части.

Листовые овощи (салат, шпинат, укроп, щавель и т.д.) обрезают и отбрасывают несъедобные части растения. Растения моют водой и подсушивают фильтровальной бумагой и затем на воздухе.

Пробу анализируемого материала с влажностью, позволяющей произвести размол измельчают на терке. Пробу с влажностью не позволяющей произвести размол измельчают ножницами или скальпелем.

Для приготовления экстрагирующего раствора (1% раствор алюмокалиевых квасцов) 10 грамм квасцов взвешивают с погрешностью до первого десятичного знака, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³, растворяют в дистиллированной воде и доводят объем водой до метки.

Основной стандартный раствор азотнокислого калия (натрия) необходим для приготовления растворов для калибровки прибора.

Подготовка пробы. Полученную измельченную растительную массу тщательно перемешивают. Если проба влажная, то взвешивают 10 г измельченной растительной массы (мезги) с точностью до первого десятичного знака, помещают в коническую колбу (100 см³), приливают 50 см³ экстрагирующего раствора алюмокалиевых квасцов и перемешивают в течение 3 минут с помощью ротатора или электромешалки. Если проба сухая, то ее разбавляют экстрагирующим раствором в соотношении 1:50, для чего к одному грамму проду* ции приливают 50 см³ экстрагирующего раствора алюмокалиевых квасцов и перемешивают в течение 3 минут.

50, 100 см³, раствор алюмокалиевых квасцов, дистиллированная вода, нитрат калия, образцы растительной продукции, мешалка лабораторная или встряхиватель, цилиндры 50 см³.

Ход работы

Подготовка растительного материала. Пробы исследуемой растительной продукции предварительно необходимо очистить, вымыть и вытереть досуха чистой тканью.

Если анализируемая проба состоит из нескольких образцов, то клубнеплоды (картофель), корнеплоды (свекла, редис и др.), капусту, лук, томаты, огурцы, кабачки и бахчевые культуры разрезают крестообразно

вдоль оси на четыре равные части. В пробу для анализа берут четвертую часть от каждой части.

Листовые овощи (салат, шпинат, укроп, щавель и т.д.) обрезают и отбрасывают несъедобные части растения. Растения моют водой и подсушивают фильтровальной бумагой и затем на воздухе.

Пробу анализируемого материала с влажностью, позволяющей произвести размол измельчают на терке. Пробу с влажностью не позволяющей произвести размол измельчают ножницами или скальпелем.

Для приготовления экстрагирующего раствора (1% раствор алюмокалиевых квасцов) 10 грамм квасцов взвешивают с погрешностью до первого десятичного знака, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³, растворяют в дистиллированной воде и доводят объем водой до метки.

Основной стандартный раствор азотнокислого калия (натрия) необходим для приготовления растворов для калибровки прибора.

Подготовка пробы. Полученную измельченную растительную массу тщательно перемешивают. Если проба влажная, то взвешивают 10 г измельченной растительной массы (мезги) с точностью до первого десятичного знака, помещают в коническую колбу (100 см³), приливают 50 см³ экстрагирующего раствора алюмокалиевых квасцов и перемешивают в течение 3 минут с помощью ротатора или электромешалки. Если проба сухая, то ее разбавляют экстрагирующим раствором в соотношении 1:50, для чего к одному грамму продукции приливают 50 см³ экстрагирующего раствора алюмокалиевых квасцов и перемешивают в течение 3 минут.

Проведение измерений. стакан с подготовленной пробой устанавливают на подставку прибора, в суспензию погружают электродную пару (таким образом, что бы они не касались дна) и легким вращательным движением стакана дважды перемешивают. На передней панели прибора нажимают клавишу «мг/кг», и клавишу «разбавления» 1:5 или 1:50, в зависимости от произведенного разряжения пробы.

Нажимают кнопку "Старт" на передней панели прибора. Результаты измерений содержания нитратов в продукции должны появиться на электронном табло предварительно откалиброванного прибора. Измерения необходимо повторить не менее 3 раз и определить среднее.

Перед каждым последующим измерением нитратный электрод промыть дистиллированной водой, затем погрузить в экстрагирующий раствор на 1 минуту и удалить капли раствора фильтровальной бумагой.

Результаты анализов на нитратомере «МИКОН» выражают в мг нитратов на кг анализируемой пробы.

Результаты измерений заносятся в таблицу

Результаты определения нитратов в растительной продукции

Вариант	Вид контролируемой продукции	Содержание нитратов, мг/кг	ПДУ, мг/кг	Заключение

Тема 6. Атмосфера и охрана атмосферного воздуха

Вопросы темы:

Строение, состав и функции атмосферы Земли.

Загрязнение атмосферы (материальное и физическое), источники и виды загрязнений. Показатели загрязнения атмосферы. Индекс загрязнения атмосферы.

Последствия загрязнения атмосферы: истощение озонового слоя, глобальное изменение климата, кислотные осадки, смог.

Индекс загрязнения атмосферы.

Пути снижения загрязнения атмосферного воздуха.

Внешней геологической газовой оболочкой Земли является **атмосфера**. Она простирается на высоту 1,5-2 тысячи километров, что составляет 1/3 радиуса планеты. Атмосфера является важнейшим фактором метеорологического режима, средой для протекания физико-химических и биологических процессов биосферы, т.е. выполняет следующие функции:

- перемещение воздушных масс (ветер) влияет на температуру и влажность воздуха, т.е. определяет климат и погоду;
- обеспечивает влагой растения, животных, почву и подпитывает источники пресной воды на планете за счет осадков в виде дождя, снега или града;
- кислород атмосферы обеспечивает дыхание абсолютного большинства животных и человека;
- углекислый газ используется зелеными растениями в процессе фотосинтеза;
- предохраняет Землю от резких перепадов температур, воздействия космического излучения и ультрафиолета.

Состав атмосферы. Важным свойством атмосферы является ее способность к быстрому перемешиванию и перемещению на большие расстояния, а также связь с другими сферами – особенно с Мировым океаном, что определяет высокую степень ее самоочищения.

Основные компоненты воздуха – азот, составляющий около 78% , и кислород - 20,9%. Остальную долю чистого воздуха составляют аргон (около 0,9%), по 0,002% таких инертных газов как неон, гелий, криптон, водород, ксенон. В атмосфере содержится также небольшое количество метана и озона, 0,03% углекислого газа и водяные пары, количество которых во многом определяется антропогенным воздействием на атмосферу.

Строение атмосферы. Различают следующие основные слои атмосферы:

нижний, прилегающий к земной поверхности, носит название тропосферы и имеет высоту над полюсами 7-10 км и 16-18 км над экватором. Важнейшей характеристикой этого слоя атмосферы, который иначе называют приземной атмосферой, является содержание 80% всей массы воздуха, атмосферных примесей и практически всего водяного пара. Именно это делает возможным образование в тропосфере облаков, гроз, дождей, т.е. протекание физических процессов, формирующих климат и погоду на планете. Вследствие перемешивания воздуха как по горизонтали, так и по вертикали, температура в тропосфере понижается на 6°C с каждым километром высоты.

Тропосферу от следующего слоя атмосферы стратосферы отделяет воздушный слой протяженностью несколько сотен метров – тропопауза, где температура с высотой перестает понижаться.

Стратосфера простирается до высоты 50-60 км и характеризуется сильным разрежением воздуха, т.к. количество кислорода и азота уменьшается, а водорода, гелия и других легких газов - увеличивается. Масса воздуха составляет 19%. Для стратосферы характерны слабые воздушные потоки (чем и опасно загрязнение этого слоя атмосферы), малое количество облаков, постоянная температура -56°C до высоты приблизительно 25 км. Выше она начинает повышаться и на уровне стратопаузы (46-54 км) достигает 0°C . Важным моментом в строении стратосферы является наличие озонового

экрана (20-25 км), который поглощает ультрафиолетовые солнечные лучи, губительные для живых организмов.

Выше стратосферы до высоты 80-85 км простирается следующий слой атмосферы – мезосфера, в котором нарастает разряжение воздуха. Между высотой 80-800 км расположена термо- или ионосфера, в составе которой преобладают разрушенные космическим излучением атомы газов – ионы. Именно они определяют отражение и прохождение радиоволн дальней космической связи и снижают интенсивность идущей к Земле космической радиации. Масса атмосферного воздуха в этом слое составляет 0,9%. На высоте свыше 150 км температура атмосферы превышает 1500 °С.

Самый верхний, сильно разряженный слой атмосферы называется экзосфера. В ней температура свыше 2000 °С, а газы находятся в атомарном состоянии. Экзосфера переходит в межпланетное пространство, газовая оболочка Земли - в межзвездный газ, состоящий на 76% из водорода и 23% - из гелия.

До высоты примерно 400-600 км сохраняется преимущественно кислородно-азотный состав атмосферы. Свыше 600 км начинается так называемый гелиевый пояс атмосферы или, как его назвал В.И.Вернадский, «гелиевая корона Земли», имеющая протяженность до 1,6 тыс. км

Под загрязнением атмосферы понимают изменение ее состава в результате поступления антропогенных веществ и элементов или превышение их естественного уровня. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в Республике Беларусь являются (в порядке убывания объемов выбросов): автотранспорт, объекты теплоэнергетики, промышленные предприятия. Среди промышленных предприятий наиболее интенсивно загрязняют атмосферный воздух Мозырский и Новополоцкий нефтеперерабатывающие заводы, Лукомльская ГЭС. В качестве загрязняющих веществ в воздушном бассейне определяют оксиды азота, техническую пыль, угарный газ, формальдегид, аммиак. Из природных

источников загрязнения атмосферы в РБ преобладают лесные и торфяные пожары.

Относительно чистым можно считать воздух, в котором концентрация чужеродных примесей не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК). ПДК – концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, или не более 41 часа в неделю, на протяжении всего рабочего стажа, не вызывает заболеваний (или осложнений в состоянии здоровья) у работающего и последующих поколений.

ПДК м.р. – (максимальная рефлекторная величина) – концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 мин. рефлекторных реакций в организме человека.

ПДК с.с. – (среднесуточная) - концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не оказывает на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании.

Комплексную оценку степени загрязнения атмосферы проводят по интегральному показателю - индексу загрязнения атмосферы ИЗА, который учитывает аддитивный (суммирующий) эффект от воздействия нескольких загрязнителей. Согласно ИЗА, в последние годы высокая степень загрязнения отмечается в городах Гомеле, Речице.

Загрязнители атмосферного воздуха могут быть *природными* (минерального или биологического происхождения, лесные пожары, вулканические извержения) и *техногенными*.

Искусственные или техногенные загрязнения классифицируются на 2 группы:

1. Материальные – газообразные, жидкие и твердые химические соединения и элементы; а также запыление атмосферы (твердыми частицами из почвы).
2. Энергетические – теплота, шум, вибрация, ультразвук, свет, ионизирующее излучение, электромагнитное поле.

Теплоэлектростанция средней мощности потребляет ежемесячно свыше 50 тыс. тонн угля и ежедневно выбрасывает в атмосферу 33 тонны серного ангидрида, из которого при определенных метеорологических условиях может образоваться 50 тонн серной кислоты. Кроме того, за один день ТЭС производит 230 тонн золы.

Цементные заводы являются мощными источниками вредной пыли. Запыленность верхних слоев атмосферы наносит урон ионосфере, которая используется человеком для дальней космической радиосвязи, снижает поступление солнечного света, что вызывает развитие рахита у детей младшего возраста.

Авиация представляет серьезную опасность, которая заключается в потреблении огромного количества атмосферного кислорода для сжигания авиационного топлива. Для перелета через Атлантику для одного воздушного судна требуется 120 тыс. м³ воздуха – столько его необходимо для дыхания 30 человек в течение года. Сверхзвуковые самолеты совершают полеты на высоте свыше 20 км, а это значит, что выброшенные отработанные газы с большим количеством оксидов азота разрушают озоновый слой. Страдает озоновый экран и при запуске космических кораблей. Так, запуск “Шаттла” разрушает 10 млн. т озона и в ионосфере образует дыру диаметром 1,8 тыс. км, которая затягивается в течение нескольких часов.

Шум относится к числу вредных для здоровья человека загрязнений атмосферы. Интенсивность шума измеряется в дециБеллах (дБ). Шум в 25 дБ воспринимается как помеха (шум листвы и шелест морского прибоя – 20 дБ). Норма по шуму составляет от 60 до 90 дБ (телевизор, работающий с умеренной громкостью – 70 дБ). Шум, превышающий 90 дБ, приводит к повышенной утомляемости, повышению кровяного давления, бессоннице, нарушению функций желез внутренней секреции (щитовидной, слюнных, желудочных), а также коры надпочечников. Верхний предел переносимости шума человеком равен 140 дБ, что соответствует взлету реактивного самолета. При такой интенсивности шума возникают вибрации грудной

клетки, спазмы мышц рук и ног, страдает слуховой аппарат и центральная нервная система.

Норма уровня шума на улицах городов Республики Беларусь равна 55 дБ, однако в г. Минске уровень шума превышает 80 дБ, в других городах он варьирует от 64 до 77 дБ.

В результате техногенной деятельности человека в атмосферу попадает огромное количество различных веществ и соединений. Одни из них становятся загрязнителями в силу того, что не являются обязательными компонентами атмосферы (окислы серы и азота, сероводород, хлор, углеводороды), другие – по причине увеличения концентрации собственных веществ (диоксид углерода, метан), вызывая изменения (таблица 1).

Таблица 1. Основные антропогенные загрязнители и обуславливаемые ими изменения в атмосфере (Вронский В.А., 1996)

Загрязнители	Изменения в атмосфере (+ усиление; – ослабление)					
	Парниковый эффект	Разрушение озона	Кислотные дожди	Фотохимический смог	Прозрачность	Самоочищение
Моноксид углерода CO						–
Диоксид углерода CO ₂	+					
Диоксид серы SO ₂			+		–	
Метан CH ₄	+	+				

Продолжение таблицы 1.

Оксиды азота NO ₂ NO ₃ N ₂ O ₅	+	+	+	+	-	-
Фреоны ХФУ	+	+				
Озон O ₃	+			+	+	+

Перечисленные выше загрязнители атмосферы приводят к изменению климата на планете, разрушению озонового экрана, выпадению кислотных осадков.

Парниковый эффект и глобальное потепление климата.

Температурный баланс планеты поддерживается следующим образом: инфракрасные тепловые лучи Солнца поступают на поверхность Земли и нагревают ее. Определенная доля тепла уходит обратно в космическое пространство, но часть тепла задерживают парниковые газы атмосферы, обуславливая повышение температуры воздуха. Без этого естественного парникового эффекта температура на Земле была бы на 33 ° С ниже среднегодовой и составила -18 ° С, в то время как сегодня она равна 14-15 ° С. Основными парниковыми газами являются двуокись углерода – ее вклад в парниковый эффект составляет от 50 до 65%, метан (20%), оксиды азота (5%), озон и водяные пары. За 20 столетие средняя температура на планете повысилась на 0,3 – 0,6 ° С, а самые теплые годы приходятся на 80-ые годы XX века. Причиной такого потепления является увеличение концентрации CO₂ на 25%, прирост которой сейчас идет со скоростью 0,3 – 0,5% в год. Сходными темпами увеличивается содержание других парниковых газов: метан - на 1% в год, окислов азота – на 0,2%. Основным источником CO₂ является сжигание органического топлива, которого ежегодно на планете сжигается более 2 млрд. т, что сопровождается выбросом 8 млн. т углекислого газа и 700 млн. т других веществ. С другой стороны, на планете

со скоростью 44 га в минуту уничтожаются леса, которые являются естественными утилизаторами CO₂. До 50 % выбрасываемого CO₂ способен поглотить Мировой океан, но высокая загрязненность и слабая перемешиваемость глубинных вод снижает интенсивность этого процесса. Таким образом, одной из причин повышения средней температуры на планете, т.е. усиление парникового эффекта, является техногенное загрязнение атмосферы.

Прогнозируется дальнейшее увеличение содержания парниковых газов в атмосфере, что обусловит повышение среднегодовой температуры на 1 – 3,5 °С. Последующее за этим потеплением таяние вечных снегов и ледников на полюсах вызовет подъем уровня океана на 60 – 80 метров. Глобальное потепление климата и повышение уровня океана рассматривается как экологическая угроза планетарного масштаба, что вызовет:

- затопление около 5 млн. км² суши, где проживает приблизительно 1 млрд. человек и производится около трети урожая с.-х. культур. Под водой могут оказаться такие страны как Бангладеш, часть Египта, Голландии, Мальдивские острова в Индийском океане, Маршалловы острова, Индонезийские, многие острова Карибского моря;

- возможные географические и климатические изменения, т.к. изменит свое течение Гольфстрим, несущий тепло северу и северо-востоку Европы. В результате влажные области будут еще в большей степени насыщены влагой, увеличится частота и интенсивность тропических штормов. В высоких широтах зимы будут более короткими, влажными и теплыми, а лето более длительным, жарким и засушливым. При этом климатические зоны сдвинутся на несколько сотен километров в сторону полюсов, что приведет к гибели флоры и фауны, поскольку приспособиться к таким изменениям сразу невозможно;

- увеличение среднегодовой температуры приведет к снижению интенсивности земледелия, т.к. повышение температуры на 1°С снижает урожайность на 10%. Производство продуктов продовольствия вблизи

экватора и тропиков быстро упадет, а ближе к полюсам урожай не сможет вызревать из-за длительного вегетационного периода у растений. Кроме того, с повышением температуры появятся новые виды насекомых-вредителей, сорных растений и болезней с.-х. культур;

- из-за высокой температуры в атмосфере будет возрастать количество водяных паров, которые обрушатся на землю в виде проливных дождей и не только в тропиках. Воздушные массы, сталкиваясь между собой, приведут к образованию торнадо, ураганных ветров, вихрей, частота и мощь которых усилятся;

- вследствие поднятия уровня Мирового океана произойдет засоление источников грунтовых вод.

Анализ стихийных бедствий в Европе и на юге России, начавшихся в 2002 году, показывает, что ливневые дожди, приведшие к потопам в умеренной полосе северного полушария – события небывалые. Причина заключается в том, что температура повысилась на Земле неравномерно: ближе к полюсам она возросла больше, чем на 1 °С, на экваторе – осталась практически прежней. Из-за уменьшения разницы температур между высокими и низкими широтами ухудшилось перемешивание воздуха в верхних слоях атмосферы, т.е. ветры с Атлантики стали слабее. И если раньше сильные ветры проносили облака вглубь Европы, рассеивая их энергию постепенно и на большой территории вплоть до Сибири, то теперь облака выливаются над Европой. В итоге летом в густонаселенной Европе, где климат морской, влажный с мягкой зимой и нежарким летом, стоит удушающая жара, а зимой – сильные морозы с редкими оттепелями. Над западной, южной и центральной частями Европы стали возникать ураганы, где ранее они были явлением исключительным.

Прогноз и характеристика погодных условий XXI века: ливневые дожди в Латинской Америке, Вьетнаме; невиданные снегопады в Америке и Скандинавии; засуха и лесные пожары в Европе, Сибири, Мексике, Австралии; ураганы в Европе и Индии; торнадо и цунами.

Проблема озонового экрана. Антропогенное загрязнение атмосферы приводит, с одной стороны, к разрушению озона в верхних слоях (озоновые дыры), с другой стороны - к увеличению его концентрации в нижних слоях атмосферы, где озон является загрязнителем 2-го класса опасности.

Важнейшей составной частью атмосферы, влияющей на климат и защищающей живые организмы на Земле от коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца, является озоновый слой. Озон располагается в атмосфере повсеместно, но основная его масса сосредоточена на высоте 20 – 25 км, образуя своеобразный защитный озоновый экран планеты. В норме концентрация озона в нем равна 0,01 – 0,06 мг/м³ и если бы его можно было выделить в чистом виде, то толщина слоя составила 3 – 5 мм. Содержание озона выражается либо в сантиметрах (0,3 – 0,5), либо в единицах Допсона (миллиметры, умноженные на 100, т.е. 300 – 500 единиц).

Количество озона в атмосфере определяется балансом реакций его образования и разложения. В среднем в атмосфере Земли каждую секунду образуется и исчезает около 100 т озона. Механизм образования и разрушения озона в верхних слоях атмосферы следующий. В результате реакции диссоциации молекула кислорода под действием УФ-излучения Солнца распадается на 2 атома кислорода. Образовавшиеся радикалы либо соединяются между собой снова в молекулярный кислород, либо взаимодействуют с молекулой кислорода, образуя молекулу озона. Одновременно идет противоположный процесс распада молекул озона и образования O₂.

Важной особенностью озона является его способность поглощать жесткое ультрафиолетовое излучение Солнца в интервале длин волн 200 – 320 нм. До поверхности Земли доходит солнечное излучение с длиной волны более 320 нм, а область спектра с длиной волны 200 – 400 нм называется биологически активным ультрафиолетом (БАУ).

В последние годы наблюдается тенденция снижения количества озона в верхних слоях атмосферы. В средних и высоких широтах северного полушария планеты такое снижение составило в среднем 3%. Ученые-медики установили, что уменьшение концентрации озона на 1% приводит к увеличению заболеваемости раком кожи и меланомой на 5 – 7% (для Европейского континента это 6-6,5 тыс. человек в год). Кроме того, уменьшение содержания озона вызывает заболевание глаз - катаракту, что приводит к слепоте. На молекулярном уровне УФ-лучи способны разрушать нуклеиновые кислоты, т.е. повреждать генетическую информацию организма. Общебиологическое действие ультрафиолетовой радиации выражается в гибели клеток, мутациях, и, в конечном счете – стерилизации планеты.

Наиболее значительное уменьшение количества озона зарегистрировано над Антарктидой. Здесь его содержание за последние 30 лет снизилось в среднем на 45%. Пространство, в пределах которого регистрируется уменьшение концентрации озона, получило название озоновой дыры. Размер дыры увеличивается ежегодно примерно на 4% и в настоящее время ее площадь превышает площадь США. Меньших размеров озоновая дыра фиксируется и над Арктикой. Все чаще отмечается появление так называемых “блуждающих” дыр площадью от 10 до 100 тыс.км² в других регионах, где потери озона достигают 20– 40% от нормального уровня.

Существенное влияние на состояние озона оказывает наличие в атмосфере таких загрязнителей как оксиды азота, двуокиси углерода, метана, соединений хлора. Источниками веществ-разрушителей озонового слоя являются химическое производство, авиация, применение азотных удобрений в сельском хозяйстве, хлорирование питьевой воды, широкое использование фреонов в холодильных установках и огнетушителях, в качестве растворителей и газов-носителей в аэрозолях, выхлопные газы автотранспорта. Существуют разные варианты объяснений причины появления озоновых дыр, но большинство ученых считают главным

виновником хлорфторуглероды ХФУ (фреоны или хладоны). Молекулы этого газа называют “убийцами”. По данным американских ученых фреоны в 20 000 раз превосходят углекислый газ в создании парникового эффекта. Каждый атом хлора, высвобождающийся из фреонов в агрессивной среде озонового слоя, способен разрушить до 100 тысяч молекул озона. Осложняющим моментом является высокая устойчивость фреонов, т.к. попадая в атмосферу, они могут существовать в ней от 70 до 100 лет.

Наиболее интенсивно озон разрушается весной. Ученые объясняют это тем, что низкие температуры и повышенная облачность зимой способствуют высвобождению хлора из фреонов, а весеннее повышение температуры активирует его действие на озон. Из других причин разрушения озонового экрана планеты называют интенсивное уничтожение лесов, которые являются основным источником молекулярного кислорода в атмосфере.

Второй аспект проблемы озона заключается в увеличении его количества в нижних слоях атмосферы. Здесь озон проявляет себя как сильный яд - окислитель. У людей отмечается затрудненное дыхание, раздражение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей. У растений озон вызывает разрушение хлорофилла, что влечет за собой нарушение процесса фотосинтеза и синтеза биомассы.

По оценкам специалистов количество озона в приземном слое возросло в 2 раза по сравнению с началом индустриальной эпохи и ежегодно увеличивается на 1-1,5%, причиной чего является, в основном, фотохимический смог.

Фотохимический смог. В крупных городах в среднем 70% выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух приходится на автотранспорт. В состав выхлопных газов входят окислы азота, угарный и углекислый газ, двуокись серы, бенз(а)пирен, соединения свинца, углеводороды, металлическая и резиновая пыль. В среднем каждый автомобиль за год выбрасывает в окружающую среду до 200 кг окиси углерода, 60 кг окислов азота, 40 кг углеводородов, 3 кг металлической и резиновой пыли, 2 кг

двуокиси серы, около 2 кг бенз(а)пирена. Из перечисленных загрязнителей наиболее опасными для здоровья человека являются окислы азота, угарный газ, свинец и бенз(а)пирен. Последний относится к группе сильных канцерогенов и способен длительное время сохраняться в почве, не теряя своих токсических свойств. Известно, что отдельно взятые загрязняющие вещества, присутствующие в атмосфере, менее опасны, чем их смеси. Химические реакции, протекающие между этими загрязнителями непосредственно в воздухе, приводят к возникновению дымных туманов – смогов. Смог бывает нескольких типов:

- влажный или лондонский в виде ядовитого густого грязно-желтого тумана, представляющий собой смесь из пылевых частиц (золы, сажи) и таких химических соединений как сернистый ангидрид и окись углерода. Такой тип смога обычен для стран с морским климатом, т.е. частыми туманами и высокой влажностью;

- ледяной или аляскинский. Он возникает, как правило, в Арктике и Субарктике, где низкие температуры и малое количество солнечной радиации. Представляет собой такой смог густой туман из смеси кристаллов льда, твердых и газообразных веществ (в основном SO_2).

- лос-анджелесский или фотохимический - типичен для субтропиков и стран умеренного пояса и, поскольку воздух здесь сухой, смог образует не туман, а синеватую дымку. Основными компонентами для его образования являются выхлопные газы автотранспорта и, прежде всего, оксиды азота и углеводороды, вступающие между собой в фотохимическую реакцию. Непременным условием протекания этой реакции является температурная инверсия – состояние, возникающее при большом количестве солнечной радиации и безветрии, что чаще всего бывает в летние месяцы. Результатом фотохимической реакции является образование пероксиацетилнитрата (ПАН), озона и формальдегида. ПАН обладает слезоточивым действием, раздражая слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. Озон, как отмечалось, в нижних слоях атмосферы ведет себя как токсичное вещество

по отношению к живым организмам. Формальдегид обладает слабым тератогенным действием.

Меры борьбы с фотохимическим смогом заключаются в уменьшении количества выхлопов от двигателей внутреннего сгорания, более полном сжигании топлива, установке каталитических преобразователей на автомобилях и проведении комплекса мероприятий, стимулирующих окисление углеводородов до углекислого газа и воды.

Кислотные осадки. Одной из экологических проблем, вытекающих из загрязнения атмосферы, является повышение кислотности окружающей среды в результате выпадения кислотных осадков. Кислотные осадки могут выпадать в виде дождя, снега или града. Причиной кислотных дождей является превращение оксидов серы, азота, углерода (кислотных остатков неорганических кислот) в присутствии паров воды в серную, азотную и угольную кислоты соответственно. Основными источниками образования кислотных дождей являются, прежде всего, соединения серы и азота, т.к. ежегодный выброс этих веществ в атмосферу оценивается в 200 млн. т для SO_2 и 150 млн. т для NO_x . Вследствие постоянного присутствия в воздухе CO_2 , нормальным значением pH осадков считается 5,6.

Кислые осадки типичны для Скандинавии, Европы, Канады, северных районов США. В Российской Федерации очаги образования кислых осадков приходятся на крупные промышленные центры - Норильск, Челябинск, Красноярск и др., где значения pH осадков изменяются от 4,8 до 3,3.

Источниками кислотных остатков являются сжигание таких полезных ископаемых, как уголь, нефть, переработка железных и медных руд на предприятиях химической и металлургической промышленности, производство и использование цемента, гипса, минеральных удобрений. Однако, 70-90% загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу в городах и приводящих к образованию кислотных осадков, приходится на автотранспорт.

Отрицательным результатом выпадения кислотных осадков является нарушение равновесия в экосистемах, ухудшение продуктивности с.-х. культур и плодородия почв, коррозия металлических конструкций, разрушение зданий, сооружений, памятников архитектуры. Кислотные осадки растворяют сооружения из мрамора и известняка, приводя к гибели исторические памятники Греции, Рима, Лондона, Санкт-Петербурга. В ближайшие 20 лет существует опасность утраты многих мировых шедевров.

Диоксид серы адсорбируется на листьях и хвое, проникает внутрь и вызывает их некрозы (ожоги), что влечет за собой нарушение процесса фотосинтеза. Самыми чувствительными к изменениям кислотности среды являются хвойные породы: ель, сосна, лиственница, пихта, в меньшей степени – лиственные породы - бук, граб, которые на больших площадях усыхают на Европейском и Североамериканском континентах.

С повышением кислотности почв снижается активность микроорганизмов, перерабатывающих растительную подстилку (гумусовый слой), ухудшается структура почвы, становятся подвижными токсические ионы алюминия, свинца, других тяжелых металлов.

Снижение pH до 6,5-6,0 в водной среде приводит к гибели многих моллюсков, ракообразных, сиговых рыб, форели, лосося, плотвы, окуня, щуки, поскольку у вышеуказанных видов нарушаются репродуктивные функции. При значении pH ниже 4,5 в поверхностных водоемах вымирают микроорганизмы, развиваются анаэробные (бескислородные) процессы с выделением метана и сероводорода, т.е. идет процесс заболачивания.

Охрана атмосферного воздуха. Следует различать локальные (местные), региональные и глобальные загрязнения атмосферы. Анализ распределения загрязнения в воздухе указывает на его крайнюю неравномерность: 86% загрязнения атмосферы происходит над промышленными районами, 12,9% - над городами, 1% - над сельской местностью и 0,1% - над Мировым океаном. Отсюда следует, что последствия загрязнения сказываются, в первую очередь в городах,

поскольку основная масса вредных веществ образуется здесь при сжигании твердого или жидкого топлива на ТЭЦ и промышленных предприятиях, химических и биологических производствах, при эксплуатации дизельного и карбюраторного транспорта. Выбросы от этих источников содержат оксид и диоксид углерода, оксиды серы и азота, хлор и фтор, а также особо вредные для здоровья человека ароматические углеводороды (например бенз(а)пирен), соединения свинца, кадмия, ртути и других тяжелых металлов, диоксины, асбест и ряд других веществ с канцерогенным действием.

В последние годы доля основных промышленных групп в загрязнении атмосферы изменилась. Промышленно-экономический кризис в Российской Федерации и ряде других стран СНГ привел к спаду работы промышленных предприятий и возрастанию роли энергетики и автотранспорта.

Основными направлениями охраны атмосферного воздуха являются:

- грамотное применение экономических санкций, которые предусматривают кратное повышение выплат при превышении предельно допустимых выбросов (ПДВ) или несанкционированных выбросах;
- строгий контроль выбросов вредных веществ, используя государственные и общественные экспертизы;
- обоснованное регулярное финансирование природоохранных мероприятий.

Кроме общих мероприятий существуют и специфические, проводимые в зависимости от вида источника загрязнения:

1. Энергетическая промышленность. Важнейшими способами снижения выбросов являются энергосбережение, перевод ТЭЦ на газ, повышение роли альтернативных источников энергии (ветровые, солнечные, приливные). Очистка выбросов от взвешенных твердых частиц и от газообразных веществ разного класса опасности.

2. Промышленные предприятия. Основные мероприятия заключаются в снижении образования выбросов за счет совершенствования технологий, замене токсичных исходных материалов на нетоксичные, переходе на замкнутые и частично-замкнутые технологические циклы, очистке выбросов.

Немаловажными мероприятиями являются оптимальное размещение предприятия и соблюдение размера санитарно-защитной зоны.

3.Автотранспорт. Одним из основных путей снижения вредного воздействия является отказ от использования этилированного бензина, что исключит выбросы соединений свинца и снизит долю непредельных углеводородов. Это возможно при переводе автомобилей на газ или неэтилированный бензин (токсичность выбросов при этом снижается почти в 20 раз). Дальнейшие мероприятия связаны с углублением полноты сгорания бензина посредством автоматического управления процессом и разработки специальных систем и регулировок, что положительно отразится и на расходе бензина. Перспективным кажется решение вопроса по замене карбюраторных двигателей дизельными, дающими менее токсичные выбросы, и перевод общественного транспорта на электрическую тягу или биогаз.

Значительную роль в работе по снижению количества вредных выбросов промышленно-энергетическими комплексами и автотранспортом играют архитектурно-планировочные мероприятия. Они предполагают строительство специальных развязок и объездов, улучшение качества покрытия дорог, сокращение участков ненужного торможения. Эти мероприятия позволят увеличить среднюю скорость движения транспорта с 20 до 60 км/ч, а общее количество выбросов при этом снизить, в среднем, в 2 раза. Для снижения уровня загазованности практикуется вынос дорог с интенсивным (транзитным) движением за пределы жилых и рекреационных зон и высадка зеленых насаждений вдоль автострад.

В последнее время растет число публикаций, описывающих эффекты действия загрязняющих веществ на биоту, в том числе атмосферных примесей на растительность. Так, установлено, что хвойные породы деревьев, лишайники чувствительнее прочих видов реагируют на присутствие в воздухе кислых газов, в первую очередь, сернистого ангидрида. Исследователи предлагают установить предельно допустимые концентрации

для диких видов с тем, чтобы использовать эти нормативы при оценке ущерба и ограничении воздействия на особо охраняемые природные объекты. Однако широкое применение чувствительность растений нашла лишь в биологическом мониторинге; экологическое нормирование состояния атмосферного воздуха на практике фактически не реализовано.

Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

Нормативами качества воздуха определены допустимые пределы содержания вредных веществ как в производственной (предназначенной для размещения промышленных предприятий, опытных производств научно-исследовательских институтов и т.п.), так и в селитебной зоне (предназначенной для размещения жилого фонда, общественных зданий и сооружений) населенных пунктов. Основные термины и определения, касающиеся показателей загрязнения атмосферы, программ наблюдения, поведения примесей в атмосферном воздухе определены ГОСТом 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.

Оценка качества воздушной среды осуществляется на основе следующих нормативов.

1. Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДКр.з), мг/м³. Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДКрз) - концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Рабочей зоной следует считать пространство

высотой до 2 м над уровнем пола или площади, на которой находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Как следует из определения, ПДК_{рз} представляет собой норматив, ограничивающий воздействие вредного вещества на взрослую работоспособную часть населения в течение периода времени, установленного трудовым законодательством. Совершенно недопустимо сравнивать уровни загрязнения селитебной зоны с установленными ПДК_{рз}, а также говорить о ПДК в воздухе вообще, не уточняя, о каком нормативе идет речь.

2. Предельно допустимая максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест (ПДК_{мр}), мг/м³. При вдыхании в течение 30 мин. эта концентрация не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.

Соотношение различных видов ПДК в воздухе для некоторых веществ

Вещество	ПДК _{сс} , мг/м ³	ПДК _{мр} , мг/м ³	ПДК _{рз} , мг/м ³
Азота оксид (II)	0,06	0,6	30
Кобальта сульфат	0,0004	0,001	0,005
4-хлоранилин	0,01	0,04	0,30

Понятие ПДК_{мр} используется при установлении научно-технических нормативов - предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ. В результате рассеяния примесей в воздухе при неблагоприятных метеорологических условиях на границе санитарно-защитной зоны предприятия концентрация вредного вещества в любой момент времени не должна превышать ПДК_{мр}.

3. Предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест (ПДК_{сс}), мг/м³, которая не должна вызывать отклонений в состоянии здоровья настоящего и последующих поколений при неопределенно долгом (в течение нескольких лет) вдыхании.

Таким образом, ПДК_{сс} рассчитана на все группы населения и на неопределенно долгий период воздействия и, следовательно, является самым жестким санитарно-гигиеническим нормативом, устанавливающим концентрацию вредного вещества в воздушной среде. Именно величина ПДК_{сс} может выступать в качестве «эталоны» для оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне.

4. Временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) загрязняющего вещества в воздухе рабочей зоны (ВДК_{р.з}), мг/м³. Числовые значения этого показателя для различных веществ определяются расчетным путем и действуют в течение 2 лет.

5. Временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) вредного вещества в атмосфере (ВДК_{в.в}), мг/м³, размер которой устанавливается расчетным путем и действует в течение 3 лет.

6. Предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ), кг/сут (или г/ч). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. Он определяется расчетным путем на 5 лет.

7. Временно согласованный выброс (ВСВ), кг/сут (или г/ч). Срок действия этого норматива не более 5 лет. Он устанавливается в том случае, если по

объективным причинам нельзя определить ПДВ для источника выброса в данном населенном пункте.

8. Предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ), т/ч. Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов по продуктам сгорания топлива в воздухе населенных мест при неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. ПДТ устанавливается расчетным путем на срок не более 5 лет.

Предложен ряд комплексных показателей загрязнения атмосферы (совместно с несколькими загрязняющими веществами); наиболее распространенным и рекомендованным методической документацией Госкомэкологии, является комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Его рассчитывают как сумму нормированных по ПДКсс и приведенных к концентрации диоксида серы средних содержаний различных веществ.

Для сопоставления данных о загрязненности несколькими веществами атмосферы разных городов или районов города комплексные индексы загрязнения атмосферы должны быть рассчитаны для одинакового количества примесей. При составлении ежегодного списка городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы для расчета комплексного индекса используют значения единичных индексов тех пяти веществ, у которых эти значения наибольшие.

Лабораторная работа

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Цель работы:

Рассчитать основные параметры рассеивания и формирования зон с опасным уровнем загрязнения приземного слоя атмосферы вокруг точечного стационарного источника эмиссии, предложить мероприятия по снижению негативного воздействия источника загрязнения на атмосферный воздух.

Введение

Атмосфера - газообразная оболочка планеты. Протяженность земной атмосферы составляет примерно 1500 - 2000 км.

Наличие атмосферы – одно из условий существования жизни на Земле.

Атмосфера выполняет следующие функции:

- обеспечивает организмов жизненно необходимыми газовыми компонентами;
- защищает Землю от различного вида излучений;
- формирует климат;
- является средой распространения звука;
- защищает Землю от перегрева и переохлаждения ;
- обеспечивает круговорот веществ;
- обеспечивает процессы производственной деятельности газовыми компонентами (азот, кислород, водород, инертные газы);
- является формирующим фактором литосферы (выветривание).

Физическое состояние атмосферы определяет погоду и климат. Основными параметрами атмосферы являются: плотность воздуха, давление, температура и состав. С увеличением высоты плотность воздуха и

атмосферное давление уменьшаются. Температура атмосферы меняется также в зависимости от изменения высоты разнонаправленно.

Вертикальное строение атмосферы характеризуется различными температурными и электрическими свойствами, разным состоянием воздуха. В зависимости от температуры в атмосфере различают следующие основные слои: тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу, экзосферу (сферу рассеивания). Переходные области атмосферы между соседними оболочками называют соответственно тропопауза, стратопауза и т. п.

Источники загрязнения атмосферы и учет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Загрязнение атмосферы – это изменение ее состава в результате поступления газообразных, жидких и твердых примесей. Различают следующие типы загрязнения: локальные и глобальные.

Локальные связаны, главным образом, с городами и крупными промышленными районами. В городских зонах в основном существует три источника загрязнения: промышленность, бытовые котельные и автотранспорт. Наиболее существенные уровни загрязнения отмечаются по двуокиси серы, окислам азота, углерода и пыли. На долю этих загрязнений приходится 85%. Остальное количество загрязняющих веществ связано с работой специфических предприятий. К ним относятся: сероводород, хлор, сероуглерод, аммиак и соединения фтора.

Глобальные загрязнения распространяются на значительные расстояния от источника выброса, охватывая большие пространства и приводят к изменению климата, истощению озонового слоя, кислотным осадкам, способствует образованию фотохимического смога.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются:

- **природные** (естественные загрязнители минерального, растительного или микробиологического происхождения, к которым относятся извержения вулканов, лесные и степные пожары, пыль, пыльца растений, выделения животных и др.)

- *искусственные (антропогенные)*, которые можно разделить на несколько групп:

- бытовые – загрязнители, обусловленные сжиганием топлива в жилом секторе и переработкой бытовых отходов;
- производственные – загрязнители, образующиеся как выбросы при технологических процессах, отоплении;
- транспортные – загрязнители, образующиеся при работе автомобильного, железнодорожного, воздушного, морского и речного транспорта.

По составу антропогенные источники загрязнения атмосферы можно разделить на несколько групп:

- *механические загрязнители* – пыль цементных заводов, пыль от сгорания угля в котельных, топках и печах сажа от сгорания нефти и мазута истирающиеся автопокрышки и т.д.;

- *химические загрязнители* – пылевидные или газообразные вещества, способные вступать в химические реакции.

- *радиоактивные загрязнители.*

Основными источниками загрязнения атмосферы в Беларуси являются автотранспорт, промышленность и объекты энергетики.

Согласно данным статистики объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Беларуси от стационарных источников (предприятий, организаций и т.д.) составил в 2011 году 370,9 тыс. тонн. Как сообщает официальный сайт Национального статистического комитета, это на 1,7% меньше по сравнению с 2010 годом, что обусловлено снижением доли использования мазута в качестве сжигаемого топлива.

При этом выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух по сравнению с предыдущим годом уменьшились в Минске на 16,8%, в Брестской области — на 5,1%, в Витебской — на 2,4%, Гродненской — на 1,8%. В Гомельской, Минской и Могилевской областях отмечено увеличение выбросов загрязняющих веществ соответственно на 3,1%, 1,2% и 0,6%.

Наибольший удельный вес выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в общем объеме выбросов по республике по-прежнему приходится на организации Витебской области — 25%, наименьший — на организации Брестской области и Минска (по 7%). Организации Гомельской области в общем объеме выбросов занимают 23%, Минской — 14%, Гродненской и Могилевской областей — по 12%.

Среди разнообразия загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, подавляющая масса приходится на: СО (54,7 %) от общего объема выбросов, SO₂ (10,7 %), NO_x (10,3 %), углеводороды (18,4 %), твердые вещества (4,9 %).

Большая часть выброшенных в атмосферу СО (88,3 %) и NO_x (62,7 %) обусловлена работой автотранспорта. Напротив, вклад стационарных источников в выбросы SO₂ и твердых частиц значительно выше, чем передвижных. В структуре выбросов стационарными источниками большая часть загрязняющих веществ обусловлена сжиганием топлива (около 54 %), а меньшая – технологическими процессами.

В связи со все возрастающим антропогенным воздействием на атмосферный воздух первоочередными становятся полный учет выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) и оценка их воздействия на окружающую среду.

Каждое предприятие обязано вести первичный учет количества и характеристик источников загрязнения атмосферы, а также количества улавливаемых и обезвреживаемых ЗВ.

Организация первичного учета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу начинается на предприятии с проведения инвентаризации источников загрязнения атмосферы и источников выделения, которая осуществляется при максимальной загрузке всего оборудования предприятия. В ходе инвентаризации систематизируются сведения об источниках загрязнения, их параметры (высота, скорость, температура газовой смеси, расположение на территории и др.), определяются перечень загрязняющих веществ, максимально-разовые и валовые выбросы. В соответствии с нормативными актами инвентаризация должна проводиться

не реже одного раза в пять лет, в случае реконструкции или изменения технологии производства предприятие производит уточнение ранее полученных данных.

Мероприятия по ограничению уровня загрязнения воздуха могут осуществляться по следующим направлениям:

– *технологические мероприятия*, приводящие к абсолютному снижению выбросов загрязняющих веществ: переход на новые технологии с использованием альтернативных источников энергии, замена сырья, модификация самого технологического процесса, применение газоочистного и пылеулавливающего оборудования;

– *технические мероприятия*: защита приземного слоя атмосферы от выбросов (очистка вентиляционного воздуха, очистка выбрасываемого воздуха от различных пылей, зол и т.п.); извлечение из загрязненных газов ценных продуктов (улавливание соединений цинка, свинца, меди, никеля и других металлов из газов обжиговых печей и т.п.); уменьшение износа оборудования; оснащение двигателей внутреннего сгорания нейтрализаторами для обезвреживания отработавших газов, создание станций (служб) регулировки двигателей автомобилей с целью снижения токсичности отработавших газов, систем снижения токсичности отработавших газов, создание и внедрение присадок к топливам, снижающих токсичность и дымность отработавших газов; создание автоматических систем контроля за загрязнением атмосферного воздуха, оснащение стационарных источников выброса вредных веществ в атмосферу приборами контроля; установка устройств по дожигу и устройств, использующих другие методы доочистки хвостовых газов перед непосредственным выбросом в атмосферу;

– *организационные мероприятия*: перемещение производств из района с неблагоприятными метеоусловиями в районы с удовлетворительными метеорологическими условиями, повышение степени распределения загрязняющих веществ на большую площадь путем применения более высоких

дымовых труб.

Рассеивание токсичных выбросов в атмосфере и их нормирование

В настоящее время одна из основных мер предотвращения загрязнения атмосферы – строительство газоочистных сооружений и устройств. При этом каждое такое очистное сооружение характеризуется определенной степенью очистки газовой смеси от вредных веществ. Определение степени очистки газовой смеси (т.е. допустимой интенсивности выброса загрязняющего вещества при условии сохранения качества воздуха за пределами санитарно-защитной зоны) является важной производственной задачей.

Для решения этой задачи каждым предприятием осуществляется расчёт предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу. При расчёте ПДВ определяется максимальная приземная концентрация загрязняющего вещества (C_m) и расстояние от трубы завода, на которой она будет наблюдаться (X_m). Затем рассчитанные величины C_m сравниваются с ПДК. Если $C_m > \text{ПДК}$, тогда в технологические характеристики выброса вносятся коррективы и выполняются мероприятия по снижению значения C_m .

Расчет ПДВ базируется на следующих положениях:

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

Приземная концентрация загрязняющих веществ напрямую зависит от процесса рассеивания в атмосфере.

Рассмотрим *механизм рассеивания* ЗВ в атмосфере от организованного высокого источника (рисунок 1). По мере удаления от трубы в направлении, совпадающим с направлением ветра, концентрация вредных примесей в приземном слое атмосферы сначала нарастает, достигая максимума на расстоянии $10...40$ высот трубы, и затем медленно убывает. Можно выделить три зоны неодинакового загрязнения атмосферы: зона переброса факела выбросов, характеризующаяся относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое атмосферы; зона задымления с максимальным содержанием вредных веществ и зона постепенного снижения загрязнения.

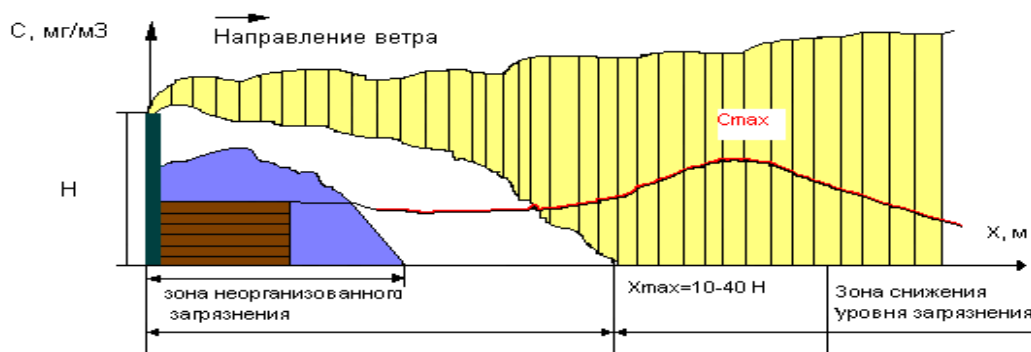


Рисунок 1 – Изменение приземной концентрации примесей в атмосфере от одиночного точечного источника

Пусть в начальный момент времени загрязняющее вещество, выбрасываемое точечным источником, имеет вид клуба дыма. Если это вещество тяжелее воздуха, оно будет оседать на землю, если – газ, то в этом случае скорость и направление движения будут совпадать со скоростью и направлением перемещения воздуха. Чаще всего вентиляционные и промышленные выбросы и представляют собой смесь воздуха с относительно малым количеством загрязняющих веществ, для которой проявляется вышеуказанная закономерность.

Изменение концентрации газов вдоль распространения струи газозадушной смеси зависит от её высоты и интенсивности перемешивания. На некотором расстоянии от трубы (X_M) всегда образуется область

максимальной концентрации (C_m) загрязняющего вещества. Расстояние от основания трубы до этой области тем меньше, чем интенсивнее перемешивание и чем ниже высота трубы.

Начальная точка соприкосновения струи с поверхностью земли является началом зоны загрязнения, за которой точка концентрации начинает нарастать, что обусловлено выпадением загрязняющих веществ, достигающих поверхности земли в данный момент, а также примесями, ранее достигшими земной поверхности и продолжающими своё движение по направлению ветра.

Выбросы промышленных предприятий могут быть нагретыми (горячими) и холодными. К маломощным слабо нагретым (холодным) выбросам относится большинство вентиляционных выбросов. Нагретыми условно называют источники, у которых температура выбрасываемой газовой смеси выше 50°C ; при более низкой температуре выбросы считаются холодными.

Расчет максимального значения приземной концентрации

Основной для расчета значения максимальной приземной концентрации *горячих выбросов* ЗВ от точечного источника с круглым устьем является формула

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

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяемый климатическими зонами (для условий Республики Беларусь $A = 140$).

Стратификация атмосферы - распределение температуры воздуха по вертикали, определяющее условия равновесия в атмосфере, благоприятствующие или неблагоприятствующие развитию вертикальных перемещений воздуха.

M - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, мг/с;

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

Значение безразмерного коэффициента F принимается равным 1 для ЗВ, скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю. Для ЗВ, скорость упорядоченного оседания которых отлична от нуля, при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90% – 2, от 75% до 90% – 2,5, менее 75 % или при отсутствии очистки – 3. Коэффициент F не зависит от степени очистки и принимается равным 3 при расчетах концентрации пыли в атмосферном воздухе производств, в которых содержание водяного пара в выбросах достаточно для того, чтобы в течение всего года наблюдалась его интенсивная конденсация сразу же после выхода в атмосферу, а также при коагуляции влажных пылевых частиц.

m, n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности. В случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta=1$;

H - высота трубы, м;

ΔT - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси (ГВС) и температурой окружающего атмосферного воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

V_1 – расход ГВС, определяемый по формуле

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2)$$

где D – диаметр устья источника выброса, м;

ω_0 – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с.

Значения коэффициентов m и n определяются по вспомогательным величинам, вычисляемым в свою очередь с учетом параметров

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T}; \quad v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}; \quad (3)$$

Коэффициент m для горячих выбросов определяется в зависимости от f

по формулам

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100; \quad (4)$$

Коэффициент n при $f < 100$ (*горячие выбросы*) определяется в зависимости от v_m :

$$n = 1 \text{ при } v_m \geq 2; \quad (5)$$

$$n = 0,532v_m^2 - 2v_m + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq v_m < 2; \quad (6)$$

$$n = 4,4v_m \text{ при } v_m < 0,5 \quad (7)$$

Расчет расстояния, на котором достигается максимальное значение приземной концентрации

Расстояние от источника выбросов X_m , на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения, определяется по формуле

$$X_m = \frac{5-F}{4} d \cdot H \quad (8)$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ (*горячие выбросы*) находится по формулам

$$d = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \text{ при } v_m \leq 0,5 \quad (9)$$

$$d = 4,95v_m(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \text{ при } 0,5 < v_m \leq 2 \quad (10)$$

$$d = 7\sqrt{v_m}(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \text{ при } v_m > 2 \quad (11)$$

Расчет опасной скорости ветра

Значение опасной скорости U_m (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ, определяется следующим образом:

при $f < 100$ – для *горячих выбросов* - значение опасной скорости ветра находится по формулам

$$U_m = 0,5 \text{ при } v_m \leq 0,5 \quad (12)$$

$$U_m = v_m \text{ при } 0,5 < v_m \leq 2 \quad (13)$$

$$U_m = v_m (1 + 0,12\sqrt{f}) \text{ при } v_m > 2 \quad (14)$$

Расчет предельно допустимых выбросов

Норматив предельно допустимого выброса загрязняющего вещества в атмосферный воздух устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и фоновое загрязнение атмосферного воздуха при условии не превышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых (критических) нагрузок на экологические системы и других экологических нормативов.

Заменяя значение максимальной приземной концентрации значением норматива для конкретного вещества, т.е. его ПДК, получаем предельные значения мощности выбросов, которые обеспечат выполнение условия $C < \text{ПДК}$, т.е. предельно допустимый выброс (ПДВ).

Таким образом, регламентация выбросов в атмосферу осуществляется путем установления ПДВ вредных веществ в атмосферу, т.е. нормативов, определенных из условия, при котором содержание загрязняющих веществ в приземном слое воздуха от источника или их совокупности не превышает нормативов качества воздуха для населения, животного и растительного мира. При этом обязательно учитываются фоновые концентрации тех же веществ от внешних источников C_ϕ и эффект суммации.

Для горячих выбросов

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_\phi) \cdot H^2}{AFmn\eta} \sqrt[3]{V_1 \Delta T} \quad (15)$$

Расчет опасности загрязнения атмосферы

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра.

Опасность загрязнения атмосферы оценивается показателем q .

$$q = \frac{C_1}{ПДК_1} \leq 1 \quad (16)$$

При одновременном присутствии в атмосферном воздухе нескольких вредных веществ, обладающих однонаправленным действием (например, SO_2 и NO_x), их безразмерная концентрация q должна удовлетворять условию:

$$q = \frac{C(SO_2)}{ПДК(SO_2)} + \frac{C(NO_x)}{ПДК(NO_x)} \leq 1 \quad (17)$$

Если показатель степени опасности загрязнения атмосферного воздуха q превышает 1, то это означает, что воздух загрязняется данными веществами, и необходимо провести комплекс природоохранных мероприятий.

Индивидуальное задание

Используя исходные данные, приведенные в таблице 2 рассчитать зоны рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере. Результаты расчета оформить в виде таблицы 1.

По итогам расчета сделать вывод об уровне загрязнения и предложить мероприятия по его снижению в случае необходимости.

Таблица 1 – Результаты расчета

Вещество	C_{\max} , мг/м ³	X_{\max} , м	U_m , м/с	ПДВ, мг/с	q
SO_2					
NO_x					
суммирование	-----	-----	-----	-----	
Зола					

Таблица 2 - Исходные данные для расчета

Вариант	H, м	D, м	ω_0 , м/с	T_r , °C	T_B , °C	M(SO_2), мг/с	M(NO_x), мг/с	M(зола), мг/с
1	30	1,4	8	125	25	12	15,2	15,5
2	25	1,0	12	100	27	10	3,8	14,5
3	28	1,5	15	80	29	30	12,1	70,6
4	18	0,7	16	90	31	25	1,0	15

5	15	0,8	21	130	25	16	4,6	14
6	23	0,9	16	230	27	21	3,2	34,0
7	28	1,0	12	160	29	6	5,8	62,0
8	32	1,5	9	125	32	15	7,8	18,9
9	20	1,2	10	135	29	42	10,2	14,1
10	24	1,5	14	215	25	19	11,4	27,2
11	25	1,7	9	210	30	18	2	34,5
12	30	2,0	6	180	29	5	2,2	56,7
13	23	1,3	11	150	26	16	12,8	59,4
14	19	1,0	14	165	28	7	14,4	62,1
15	18	0,7	19	115	27	21	16,6	65,3
16	35	2,0	9	210	33	32	7,4	50
17	40	2,6	5	195	25	28	21	24
18	38	2,5	8	145	28	14	16,6	32
19	24	1,9	13	210	28	12	21,8	12,8
20	19	0,8	18	160	29	10	15,4	5,6

Значение **ПДК**:

$\text{ПДК}(\text{SO}_2) = 0,5 \text{ мг/м}^3$; $\text{ПДК}(\text{NO}_x) = 0,085 \text{ мг/м}^3$; $\text{ПДК}(\text{Зола}) = 0,5 \text{ мг/м}^3$

Значение **фоновых концентраций (C_ϕ)**:

$C_\phi(\text{SO}_2) = 0,3 \text{ мг/м}^3$; $C_\phi(\text{NO}_x) = 0,045 \text{ мг/м}^3$; $C_\phi(\text{Зола}) = 0,2 \text{ мг/м}^3$

Тема 7. Водные ресурсы, их использование и охрана

Вопросы темы:

Роль воды в биосфере. Мировые запасы воды. Использование водных ресурсов.

Типы, источники и последствия загрязнения водных ресурсов.

Показатели качества воды водных объектов.

Пути снижения загрязнения гидросферы.

Гидросферой называют водную оболочку Земли, представляющую собой совокупность океанов, морей, рек, озер, водохранилищ, прудов, болот, подземных и почвенных вод, ледников. 70% земной поверхности покрыто водой. Общее количество воды на Земле оценивается в 1386 млн. км³. Максимальный объем воды - 95% от общих запасов – приходится на долю Мирового океана. Средняя соленость океанической воды составляет 35 г/л, пресная вода должна содержать не более 1 г/л солей. По этой причине океаническая вода не используется на хозяйственные нужды. Запасы пресной воды на планете составляют всего 2,5% мировых ресурсов (около 35 млн. км³) и представлены они водами рек, озер и подземными (грунтовыми) водами. 70% запасов пресной воды сосредоточено в ледниках и вечных снегах. Естественными «кладовыми» пресной воды являются озеро Байкал (Российская Федерация), на долю которого приходится 1/5 мирового объема питьевой воды, Великие озера Северной Америки, финское Озерное плато, насчитывающее 60 тыс. озер и подземное озеро Лост-Си в пещере Крэгхед (США).

Вода – единственное вещество на Земле, существующее в природе одновременно в трех агрегатных состояниях, благодаря чему происходит большой круговорот воды (гидрологический цикл). Он связывает воедино все части самой гидросферы и обеспечивает ее взаимодействие с атмосферой, литосферой и биосферой. Ежегодно с поверхности Земли испаряется около 525 тыс. км³ воды, 86% из которой – это соленая вода Мирового океана. Конденсируясь, атмосферный пар дает начало и подпитку пресной воде рек,

озер, ледников, а также почвенной влаге и подземным водам. Таков механизм непрерывного естественного опреснения воды в процессе ее круговорота.

Вода является одним из важнейших неисчерпаемых природных ресурсов, обеспечивая существование живых организмов на Земле. Без нее невозможно развитие процессов жизнедеятельности, поскольку она входит в состав всех клеток и тканей любого животного или растительного организма, осуществляя транспорт веществ и протекание окислительно-восстановительных реакций.

Вода формирует земную кору Земли, рельеф и береговую линию, благодаря ей осуществляется дрейф континентов, деятельность вулканов и т.д. Климат и погода на Земле определяются наличием водных просторов и количеством водяного пара в атмосфере. Океаны и моря, благодаря большой теплоемкости, способны формировать циклоны и антициклоны, влияя на погоду. Кроме того, растворяя газы атмосферы, океан является регулятором состава воздуха.

Отличительной чертой 20 века стал быстрый *рост водопотребления*, который в 2,5 раза превышал рост народонаселения. Огромное количество воды расходуется и сегодня. Население планеты ежедневно потребляет 7-8 км³ пресной воды – это столько, сколько всех ископаемых природных ресурсов используется за целый год.

На первом месте по объему потребления стоит мировое сельское хозяйство, которое забирает около 60% от общего объема на орошение земель и нужды животноводства. Так, для производства 1 кг мяса необходимо затратить 25 т воды, для получения 1 кг молока – 4 тонны.

Около 30% воды потребляется промышленностью, где она используется для растворения, смешивания, очищения, охлаждения оборудования и т.п. Об объемах потребления пресной воды на производстве говорят следующие цифры: для выплавки 1 т чугуна расходуется от 50 до 150 м³, 1 т пластмасс –

от 500 до 1000 м³, 1 т бумаги – свыше 1000 м³, а получение 1 т искусственных тканей требует до 6000 м³ воды.

Предприятиям теплоэнергетики требуются значительные объемы воды - для ТЭЦ мощностью в 2,5 МВт необходимо 1,5х10⁶ м³ воды, а развитие гидроэнергетики идет по пути сооружения каскадов ГЭС.

Активными потребителями водных ресурсов являются такие отрасли народного хозяйства как водный транспорт и рыбное хозяйство.

На коммунально-бытовые нужды в разных странах мира уходит от 10 до 30% общего потребления воды. В развивающихся странах обеспеченность водой в расчете на 1 человека в сутки не превышает 150-200л, в высокоразвитых странах – в 2-3 раза больше. Анализ структуры потребления воды жителями городов показывает, что основной процент расхода воды приходится на ватерклозеты (до 50%), 30-35% - гигиенические процедуры, мытье посуды – 6%, приготовление пищи – 5%, стирка – 4%, уборка – 3%.

Изучение состояния водных ресурсов в связи с неуклонным ростом их потребления в мире, показало, что во многих странах с развитой экономикой возникла проблема дефицита пресной воды. **Проблема нехватки водных ресурсов возникла по следующим причинам:**

- интенсивное водопотребление, связанное с высоким ростом народонаселения планеты;
- развитие отраслей народного хозяйства, требующих значительных затрат водных ресурсов;
- потеря воды вследствие сокращения водоносности рек;
- загрязнение водных объектов промышленными, бытовыми и с.-х. сточными водами.

Эксперты ООН говорят о том, что более половины крупнейших рек мира серьезно истощены и загрязнены, в результате чего подвергается опасности здоровье и жизнь, по крайней мере, 3 млрд. жителей Земли. Самыми загрязненными реками являются Хуанхэ, Амударья, Сырдарья, Колорадо, Нил, Ганг и Волга. Всемирная организация здравоохранения

(ВОЗ) отмечает, что на планете от потребления воды низкого качества ежегодно умирает около 5 млн. человек и это, в основном, дети, а получают разной степени отравления или заболевания свыше 500 миллионов.

Источники загрязнения гидросферы. Основными источниками загрязнения природных вод являются:

1. Атмосферные воды, несущие массу вымываемых из атмосферы загрязнителей промышленного и бытового происхождения. Кроме того, стекая по склонам, атмосферные и талые воды дополнительно увлекают за собой с городских улиц, авто- и железных дорог, промышленных территорий мусор, нефтепродукты, фенолы, соли, тяжелые металлы.
2. Городские сточные воды – канализация и бытовые стоки. Особая опасность заключается в том, что с такими водами передается ряд тяжелых инфекционных заболеваний, таких как дизентерия, гепатит, холера, паратиф.
3. Промышленные сточные воды, образующиеся в таких отраслях производства, как черная металлургия, машиностроение, химическая и лесохимическая, нефтеперерабатывающая и т.д.
4. Смыв пестицидов и удобрений с сельскохозяйственных и лесных угодий.

Основным источником загрязнения поверхностных вод в Республике Беларусь являются бытовые сточные воды, на долю которых приходится более 60% от объема всех образующихся сточных вод. Затем стоят промышленные сточные воды и сельское хозяйство.

Особую озабоченность вызывает загрязненность грунтовых вод, которые в Беларуси характеризуются неглубоким залеганием и наличием повышенного количества ионов марганца и железа природного происхождения. В зонах городов и пригородов, свалок, животноводческих комплексов и полей фильтрации отмечается увеличение минерализации, фиксируется наличие содержания тяжелых металлов, в том числе свинца,

фенолов, нефтепродуктов. Особая опасность заключается в накоплении в воде нитратов, нередко содержание которых превышает норму в 5-10 раз.

Из перечисленных выше источников в природные водоемы поступают различные химические соединения и элементы. К числу наиболее опасных и распространенных загрязняющих веществ относится нефть и нефтепродукты. Так, ежегодно в Мировой океан попадает 13-14 млн. т нефти, 97% из которых приходится на сброс береговых и плавучих объектов (прежде всего за счет аварий танкеров и работы судовых дизелей). Каждая тонна нефти, растекаясь по водной поверхности, образует пленку из масел на площади 12 км². В результате затрудняется газообмен с атмосферой, гибнут растения и животные вследствие токсического отравления продуктами разложения нефти и нехваткой кислорода.

Не менее опасно для живых водных обитателей смывание с полей химических средств, применяемых в сельском хозяйстве. С тальми и паводковыми водами в ближайших водоемах оказываются не только минеральные удобрения, но и пестициды, буквально уничтожающие биоценозы рек и озер. Ученые считают, что именно пестициды привели к сокращению поголовья тюленей в Балтийском море и промысловой рыбы в Атлантическом океане. Сточные воды животноводства, содержащие большое количество азота, приводят к «цветению» воды вследствие бурного роста сине-зеленых водорослей. Этот процесс называется автотрофикацией (эвтотрофикацией). Автотрофикация сопровождается интенсивным потреблением кислорода, недостаток которого влечет за собой гибель остальных обитателей водоемов.

В последнее время в воде все чаще встречаются тяжелые металлы - свинец, ртуть, цинк, медь, олово и многие другие. Накапливаясь в организме водных обитателей, они по пищевым цепочкам попадают в продукты питания человека. Токсиканты класса тяжелых металлов, как правило, вызывают у человека серьезные заболевания, а также изменение процессов жизнедеятельности водных организмов.

Тепловые и атомные электростанции, используя воду в качестве охлаждающего агента, приводят к тепловому загрязнению вод. Сбросовые воды на 8-10 °С выше естественной температуры водоемов, что приводит к интенсивному развитию планктона. В результате вода «цветет», ухудшаются ее санитарно-гигиенические показатели (цвет, вкус, запах).

Источниками радиоактивных веществ в водных объектах являются заводы по очистке урановой руды, переработке ядерного горючего для атомных реакторов, АЭС, захоронение радиоактивных отходов и, конечно, атомный морской флот.

Одно из проблемных загрязнений рек связано с заготовкой, обработкой и сплавом леса. Перед сплавом древесина обрабатывается ядохимикатами, плывущий лес ранит рыбу, кора, сучья, ветки засоряют дно, из древесины в воду выделяются смола и вредные вещества. В результате гниения и разложения древесины поглощается кислород из воды, размножаются микроорганизмы, вызывая болезни и гибель многих видов рыб.

Охрана гидросферы:

1. Организация прибрежных защитных и водоохранных зон в соответствии с Водным кодексом, в соответствии с которым в водоохранных зонах запрещены любые работы (распашка земли, выпас скота), а также вырубка насаждений, применение пестицидов, размещение жилых домов, предприятий и ферм.
2. Запрет на применение высокотоксичных пестицидов, и, прежде всего, хлорсодержащих.
3. Уменьшение сбросов промышленных предприятий за счет снижения водоемкости производства и применения оборотных (замкнутых или полужамкнутых) систем водоснабжения.
4. Разделение и очистка перед сбросами в водоемы промышленных и хозяйственно-бытовых стоков.

5. Снижение опасности загрязнения водоемов нефтью и нефтепродуктами за счет повышения надежности добычи с морского дна и транспортировки морским путем.
6. Совершенствование организационно- правовых мер.

Методы очистки сточных вод.

Инженерные мероприятия включают различные методы очистки сточных вод - механические, физико-химические, биологические и комбинированные.

Механические методы - удаление из сточных вод нерастворенных примесей путем их отстаивания и фильтрации. Отстаивание является наиболее распространенным способом, для чего используются специальные емкости - отстойники. Грубые примеси задерживаются на решетках, более мелкие улавливаются ситами. Для удаления поверхностных загрязнителей используют различные специальные ловушки (нефтеловушки, жироловки и т. д.).

При *физико-химических методах* из сточных вод удаляют тонкодисперсные и растворенные неорганические загрязнители, а также частично органические. Для этих целей используют добавление специальных химических реактивов, которые вступают в реакцию с загрязнителями и способствуют их осаждению (например, хлорирование). Также применяют электролитический метод и озонирование воды.

Биологические методы, как правило, используют на заключительном этапе очистки. Среди биологических устройств различают биофильтры, биологические пруды и аэротенки. Биофильтры основаны на пропускании сточных вод через слой крупнозернистого материала, покрытого биологической пленкой, которая способствует биохимической фильтрации. Биологические пруды являются самым распространенным методом очистки сточных вод на предприятиях РБ. Биологические пруды используют для очистки в естественных условиях. Они представляют собой неглубокие (до 1 м) резервуары, которые устраивают сериями на местности, имеющей уклон, и

через которые самотеком медленно проходит вода, подвергаясь процессу отстаивания и воздействию естественных факторов очищения (солнечный свет, кислород, температура, биологические организмы). Их действие основано на способности воды к самоочищению под влиянием физических и биологических факторов.

Аэротенки представляют собой специальные резервуары с принудительной аэрацией. В аэротенках сточные воды смешиваются со специальным бактериальным илом. Бактерии выделяют ферменты, способствующие осаждению загрязнителей, прежде всего органических, и выпадению их на дно в виде нерастворимых комплексов. Таким образом осуществляется очистка воды.

Для проведения качественной очистки сточных вод необходима многоступенчатая система. На первом этапе – это фильтрация и отстаивание, на втором - химическая очистка, на третьем – биологическая очистка. Как правило, в Республике Беларусь используется двухступенчатая очистка. При таких методах на заключительном этапе необходимо 7-10-кратное разбавление воды, которая сбрасывается в природные пруды-приемники.

Одной из серьезных проблем является утилизация осадка сточных вод. Для этой цели используют различные методы химического обеззараживания, высушивание, компостирование, брикетирование, термическое сжигание (инсинерация), в зависимости от класса опасности содержащихся в осадке вредных веществ.

Лабораторная работа

Санитарно-гигиенический анализ сточных и природных вод

Цель работы:

Ознакомиться с основными методами санитарно-гигиенического анализа сточных и природных вод, выполнить анализ основных физико-химических показателей проб воды органолептическим, весовым и колориметрическим методами.

В результате любого рода деятельности человека появляются отходы, которые, поступая в окружающую среду, как правило, оказывают на нее отрицательное воздействие. В значительной мере это относится к водным ресурсам суши. Наибольшую опасность представляют сточные воды - промышленные, сельскохозяйственные и бытовые.

Промышленные стоки дают наибольшее загрязнение природных вод. Особенно загрязнены сточные воды таких отраслей народного хозяйства, как нефтеперерабатывающая и химическая - 35-40 %, металлургическая – 30%, целлюлозно-бумажная - 10 %, а также машиностроительная, горнодобывающая и др.

Методы анализа основных санитарно-гигиенических показателей качества воды:

1. Органолептический метод - позволяет охарактеризовать запах, привкус, плавающие примеси и прозрачность воды при помощи органов чувств.
2. Весовой метод позволяет определять массу примесей (сумму всех растворенных и взвешенных в воде веществ).
3. Колориметрический метод позволяет определить содержание аммиака, нитритов, фосфатов, ионов железа и других веществ, которые определяют цветность воды.

4. Спектральный метод является распространенным способом исследования качественного и количественного состава загрязненной воды на содержание химических элементов.
5. Ионметрический метод основан на применении ион-селективных электродов и позволяет быстро и точно измерить ионную активность или концентрацию веществ.
6. Иодометрический метод позволяет определить содержание растворенного в воде кислорода.
7. Метод экстрагирования оценивает загрязненность проб воды нефтепродуктами.

Выполнение санитарно-гигиенического анализа воды

Температура воды является важнейшей характеристикой, в значительной мере определяющей скорость и направление изменений ее качества. От температуры воды зависят протекающие в водоеме физические, химические, биологические и биохимические процессы.

Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в нее:

- ✚ в результате процессов жизнедеятельности водных организмов;
- ✚ при биохимическом разложении органических веществ;
- ✚ при химическом взаимодействии компонентов, содержащихся в водоеме;
- ✚ со сточными водами предприятий химической, металлургической, нефтеперерабатывающей, машиностроительной, и др.;
- ✚ при обработке питьевой воды (например, хлором)
- ✚ Определение запаха производят вскоре после отбора пробы. Пробы не фильтруют и не консервируют.

Оценка запаха воды

Вид, интенсивность и устойчивость запаха могут быть различны и зависят от состава обуславливающих его веществ, температуры, кислотно-щелочной реакции (рН), степени загрязненности и др.

Классы видов запаха воды

Классификация запахов	Сокращение	Примеры или возможные источники
Ароматный	A	Камфара, гвоздика, лаванда
Огуречный	Ae	
Бальзамический	B	
Сладковатый	Bs	
Химический	C	Промышленные сточные воды или химическая обработка
Хлорный	Co	Свободный хлор
Углеводородный	Ch	Стоки нефтесистных заводов
Лекарственный	Cm	Фенол, йодоформ
Сернистый	Cs	Сероводород
Навозный	Dp	Сточные воды животноводства
Гнилостный	Dz	Застоявшиеся сточные воды

Определение интенсивности запаха воды

Интенсивность запаха, балл	Характеристика запаха	Проявление запаха
0	Никакого запаха	Отсутствие ощутимого запаха
1	Очень слабый	Запах, не замечаемый потребителем, но определяемый исследователем
2	Слабый	Запах, обнаруживаемый потребителем
3	Заметный	Запах, легко обнаруживаемый (вода неприятна для питья)
4	Отчетливый	Запах, обращающих на себя внимание; может заставить воздержаться от питья

5	Очень сильный	Запах настолько сильный, что делает воду не пригодной для питья
---	---------------	---

Метод органолептического определения запаха воды

Метод основан на определении интенсивности и вида запаха при комнатной температуре 20 С⁰ и после нагревания до 60 С⁰. Нагревание пробы позволяет выявить или усилить слабые и скрытые запахи

Результаты определения вида и интенсивности запаха воды

№ определения	t=20					
	Вид запаха	Интенсивность запаха	Вид запаха	Интенсивность запаха	Вид запаха	Интенсивность запаха
1.						
2.						
3.						
Средн.						

Вывод:

Определение прозрачности воды

Для измерения используют стеклянный цилиндр с дном из химического стойкого оптического стекла. Цилиндр должен иметь градуировку в единицах длины. В качестве стандарта используют штифт с высотой букв 3.5мм. Пластинку со штифтом помещают на дно цилиндра и постепенно приливают анализируемую пробу до тех пор, пока буква станет неразличимой.

№ измерения	Высота столба воды, см		
1			
2			
3			

4			
В среднем:			

Вывод:

Определение массы взвешенных веществ в воде

Взвешенными называют такие вещества, которые остаются на фильтре после применения одного из способов фильтрования. Обычно взвешенные вещества определяют после фильтрования пробы путем высушивания осадка при 105 С⁰ до постоянной массы и последующим взвешиванием.

Результаты определения взвешенных веществ

m ₀ , мг	m ₁ , мг	V, мл	X _{взв} , мг/л

$$X_{\text{взв1}} = (m_1 - m_0) * 1000 / V =$$

Вывод:

Определение цветности воды

Метод основан на сравнении измерений оптической плотности исследуемой пробы воды со стандартной окраской при длине волны λ=340нм. Минимальная определяемая величина цветности - 5⁰

Результаты измерения оптической плотности пробы воды:

№ измерения	Оптическая плотность раствора при λ=340нм		
1			
2			
3			

4			
5			
Среднее:			
Градус цветности:			

Вывод:

Тема 8. Почвенные ресурсы и ресурсы недр

Вопросы темы:

Определение и строение литосферы. Земельный фонд планеты. Компоненты, типы и свойства почв. Роль почвенных ресурсов в производстве продуктов питания.

Использование почв, их загрязнение и истощение. Факторы деградации почв (эрозия, засоление, опустынивание, урбанизация, последствия мелиорации). Мониторинг почв.

Под **литосферой** понимают верхнюю твердую оболочку Земли толщиной около 200 км, включающую земную кору и верхнюю мантию. Она состоит из осадочных пород, под которыми располагается гранитный слой, а еще ниже – базальтовый.

Жизнедеятельность человека тесно связана с литосферой, которая является источником минеральных и органических ресурсов, ее верхняя часть используется для строительства зданий, сооружений, искусственных водоемов, инфраструктуры дорог. От колебаний литосферных плит зависит наступление стихийных бедствий – землетрясений, цунами, извержений вулканов, селей, оползней.

Верхний рыхлый слой литосферы (толщиной 20см) представлен **почвой**, которая является основным компонентом наземной экосистемы (эдафотопом). Почва характеризуется плодородием, т.е. способностью формировать урожай и первичную биологическую продукцию, обеспечивая растительные организмы необходимым количеством питательных элементов, воды и воздуха. Это свойство резко отличает почву от любой горной породы. Плодородие почвы определяется наличием в ее верхней части темноокрашенного гумусового горизонта, богатого органическими веществами. Формируется почва в результате преобразования материнских горных пород под воздействием климата, рельефа и растений и животных, разложение останков которых приводит к образованию гумуса.

Почва – это важный природный ресурс, обеспечивающий человека продуктами питания, животных – кормами, промышленность – сырьем.

Земельный фонд планеты состоит из различных категорий земель. Общая площадь суши составляет 14,9 млрд. га. Из них 20% земель расположено в слишком холодном климате (полярные и приполярные зоны), 20% - в слишком засушливом (пустыни), 20% представлено горными склонами, 20% земель заняты лесами, лугами и пастбищами, 10% земель имеют маломощный почвенный слой и 10% - это пахотные земли площадью в 1,5 млрд.га. Обеспеченность пахотными землями на душу населения в 1950г. равнялась 0,24 га, в 1985г. – 0,15 га. Быстрыми темпами продолжается уменьшение плодородных земель и сегодня. Учеными подсчитано, что ежегодно в мире площадь пашни сокращается на 5-8 млн. га. При этом половина из них теряется в результате эрозии, четверть подвергается опустыниванию и четверть исключается из севооборота из-за антропогенного загрязнения.

К факторам, способствующим разрушению почв, относятся:

- открытые и подземные разработки полезных ископаемых. Особенно ощутимый урон наносит добыча угля, железной руды и строительных материалов, годовой объем извлечения которых оценивается в сотни миллиардов тонн;
- отведение пахотных земель под жилые застройки, строительство автомобильных и железных дорог, водохранилищ;
- загрязнение промышленными отходами и сточными водами (тяжелые металлы, радионуклиды), строительным мусором и городскими свалками;
- накопление в почве пестицидов и солей;
- опустынивание почв при неумеренном выпасе скота и вырубке леса;
- усиление аридизации (снижение увлажненности) земель, угрожающей увеличением площадей пустынь;

- образование индустриальных пустырей вследствие завалов терриконами пустой породы при шахтах и рудниках, металлургическими шлаками, золой;
- выработанные карьеры, забрасываемые всевозможными отходами;
- перераспределение геостатических нагрузок в результате интенсивной добычи газа, воды, нефти, проведения подземных ядерных испытаний, сооружения крупных инженерных сооружений, что приводит к учащению землетрясений и проседанию поверхности Земли.

К особо опасным последствиям влияния человеческой деятельности на почвы является ускоренная (разрушительная) эрозия. Под эрозией почвы понимается процесс ее разрушения под воздействием природных факторов – воды и ветра. Эрозия – это естественный процесс, протекающий в природе очень медленно, в течение десятков тысяч лет. Естественное разрушение и потеря почвы от смыва водой и выдувания ветром уравниваются процессами почвообразования. Но естественная эрозия ускоряется под влиянием антропогенной деятельности. Уничтожая растительный покров, вырубая леса и переосушая почву, человек способствует ее разрушения и сносу. Потери почвы не успевают компенсироваться естественными почвообразовательными процессами, и она теряет свое плодородие. По вине человека из-за эрозии на Земле потеряно 5 млн. км² окультуренных земель.

Помимо эрозии серьезной проблемой почвенных ресурсов является их антропогенное засоление - в мире насчитывается 50 – 60 млн. га засоленных почв. Засоление почв - это процесс накопления в верхних слоях почвы вредных для растений солей Na_2CO_3 , MgCO_3 , CaCO_3 , Na_2SO_4 , NaCl в результате ненормированного полива полей, применения антигололедных материалов на дорожных покрытиях, ветровой эрозии солей с промышленных терриконов. В итоге изменяется кислотность почвы и нарушается ее нормальное функционирование.

Почвенные ресурсы Республики Беларусь.

Земельный фонд Республики Беларусь составляет 20,8 млн. га, в т.ч. с.-х. фонд – 9,2 млн. га (или 44%), лесной фонд – 8,2 млн. га (или 40%), заняты кустарниковой растительностью, болотами и под водой – 2,9 млн. га (или 16%). Около 71 тыс. га относится к категории нарушенных земель по причине добычи полезных ископаемых, особенно торфа, строительных и геологоразведочных работ.

Площадь мелиорированных земель составляет 3,4 млн. га (около 30% от с.-х. земель). Как показало время, многие земли в регионе Полесья нельзя было осушать, т.к. они требовали специальных агротехнических приемов возделывания с.-х. культур. Например, выращивание пропашных культур (картофеля, овощных культур) на торфяниках в течение десятилетий привело к тому, что торфяной слой стал разрушаться со скоростью 20 мм/год. В результате на сегодняшний день 223 тыс. га мелиорированных земель деградировало, нарушился водный баланс, на поверхность выходят подстилающие породы – пески. Эти земли подвержены ветровой эрозии. Для борьбы с ней за последние 10 лет высажено 4,2 тыс. га полевых защитных полос, засажено лесом 125 тыс. га торфяно-минеральных почв. Эффективным приемом борьбы с ветровой эрозией является выращивание многолетних бобовых культур (люцерны, клевера), которые улучшают структуру и повышают плодородие почв.

Лабораторная работа

Определение кислотности и содержания подвижного алюминия в почвах

Цель работы

Ознакомиться с проблемой загрязнения и деградации почв, изучить методику определения кислотности почв, определить актуальную и обменную кислотность почвы, определить количество подвижного алюминия в почве

Введение

Современной экологической проблемой является сокращение площади плодородных земель на фоне роста численности человеческой популяции. Площадь пашни уменьшается в результате деградации, эрозии и засоления. Актуальна эта проблема и для Республики Беларусь. Земельный фонд республики составляет 9,2 млн. га, в т.ч. 5,8 млн. га пашни. Почвы в республике, в основном, кислые (рН 5,5 – 6,5), и это определяет особенность их функционирования как основного средства сельскохозяйственного производства. Повышенная кислотность затрудняет поступление минеральных элементов из почвенного раствора в растения, делает труднодоступным гумус (органическое вещество почвы), а также способствует высвобождению из почвенно-поглощающего комплекса высокотоксичных для растений ионов алюминия, кадмия, свинца и других тяжелых металлов.

Большинство сельскохозяйственных культур для своего оптимального роста и развития требуют нейтральной реакции почвенного раствора (рН 7,0). Это относится к зерновым, зернобобовым, овощным и плодовым культурам. Для возделывания картофеля и выращивания лесных пород подходят слабо - кислые почвы (рН 6,0 – 6,5).

Х характеристика почв

Почва, являясь территориальным базисом любой хозяйственной деятельности, используется для сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства, а также для рекреационной деятельности. Велика средообразующая роль почв в устойчивом функционировании природных экосистем.

Почва, согласно учению В.И. Вернадского о биосфере, представляет собой сложную биокосную систему, состоящую из минеральных частиц (песка, глины), детрита (отмершего органического вещества) и множества живых организмов, находящихся в постоянном взаимодействии друг с другом. Почва – это результат преобразования (выветривания) материнских горных пород под воздействием климатических факторов (температура, влажность) и живых организмов, в первую очередь растений и микроорганизмов, происходящее длительное время – на протяжении геологических эпох. Почва обладает плодородием, т.е. способностью формировать урожай в искусственных (сельскохозяйственных) экосистемах и первичную биологическую продукцию в естественных (природных) экосистемах. Плодородие почвы определяется наличием в ней гумуса - органического вещества, доступного для питания растений. Гумус почвы формируется в результате разложения отмершего органического вещества деструкторами, в первую очередь, редуцентами - микроорганизмами.

Загрязнение и антропогенное преобразование почв

Под загрязнением почвы понимается любое действие, нарушающее ее нормальное функционирование. В настоящее время во всем мире почвенный покров испытывает значительное антропогенное давление. В Беларуси результатом чрезмерной эксплуатации почв являются:

1. Деградация (нарушение целостности) в районах добычи полезных ископаемых шахтным или карьерным способами.

2. Минерализация (опустынивание) вследствие интенсивной эксплуатации торфяно-болотных почв Полесья, сформировавшихся на месте осушенных в 70-80-е годы 20 столетия болот. Органическое вещество почвы подвергается процессам выветривания, или ветровой эрозии

3. Широкомасштабное загрязнение почвенного покрова продуктами техногенеза.

4. Отведение пахотных земель под строительство дорог и других инфраструктур.

Отмечено, что в почвы Беларуси из различных источников поступает более 80 технофильных элементов и их соединений – неорганического и органического происхождения. Серьезной проблемой земельных ресурсов является их антропогенное засоление, основными источниками которого является производственная деятельность ПО «Беларуськалий» (г. Солигорск) и применение в осенне-зимний период антигололедных материалов на урбанизированных и придорожных территориях. В результате в почвах накапливаются хлористые, нитрат-нитритные, сульфатные соли и другие токсические соединения в количествах, превышающих ПДК.

Накопление и перемещение в почве техногенных продуктов уменьшает ее плодородие, изменяет кислотность почвенного раствора, нарушает структуру почвенно-поглощающего комплекса, угнетает жизнедеятельность почвообитающих организмов. Следствием этих процессов является снижение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности лесных угодий, а также расстройство и деградация природных экосистем. При высоком уровне загрязнения почвы определенные территории могут быть выведены из сельскохозяйственного, лесохозяйственного и рекреационного использования. Исключение земель из пользования приносит существенный экономический ущерб материальному производству и сфере услуг.

Кислотность почв

Одним из важнейших показателей пригодности почвы к определенному виду ее использования является кислотность. Повышенная кислотность почвенного раствора отрицательно сказывается на корневой системе растений, повреждает корневые волоски, нарушает обмен веществ между растением и средой обитания. Кроме того, увеличение кислотности (уменьшение показателя pH) приводит к высвобождению в водную фракцию

почвы ионов тяжелых металлов (Al^{3+} , Pb^{2+} , Pb^{4+} , Cd^{2+} , Cr^{2+} , Cr^{6+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}), которые, поступая в растения, блокируют работу ферментных систем и приводят их к гибели. Кислотные осадки, характерные для условий Беларуси, дополнительно подкисляют кислые почвы, снижая показатель pH на 1-2 единицы, ухудшают экологическую и хозяйственную ситуацию. Поэтому кислотность почвы является одним из основных показателей, определяемых при проведении почвенного мониторинга, а также организации сельскохозяйственного производства. Изучение кислотности почв в динамике имеет большое значение для формирования теории почвообразовательных процессов и антропогенной трансформации почв, постоянно происходящих на поверхности земной коры.

Небольшая электропроводность чистой воды объясняется диссоциацией ее молекулы на водородные $[\text{H}^+]$ и гидроксильные $[\text{OH}^-]$ ионы:



По этой реакции можно определить концентрацию ионов водорода и гидроксильной группы в воде, равной 10^{-7} г-ион/л. Согласно закону действия масс

Подставив числовое значение в уравнение, получим

Исходя из того, что при неизменной температуре произведение концентраций водородных и гидроксильных ионов есть величина постоянная (ионное произведение воды), то растворы, в которых концентрация водных ионов равна каждая 10^{-7} г-ион/л, называют нейтральными. Общепринято кислотность или щелочность раствора выражать через логарифм концентрации H^+ , взятой с обратным знаком, и называется эта величина водородным показателем pH: $\text{pH} = -\lg \text{H}^+$. Если концентрация $\text{H}^+ = 10^{-5}$, то $\text{pH} = 5$; концентрация $\text{H}^+ = 10^{-9}$, то $\text{pH} = 9$ и т.д. Нейтральный раствор имеет $\text{pH} = 7$. В кислых растворах $\text{pH} < 7$, и чем меньше pH, тем кислее реакция раствора. Щелочные растворы имеют $\text{pH} > 7$, и чем выше водородный показатель, тем больше щелочность раствора. На схеме 1 представлена шкала соответствия кислой - нейтральной - щелочной реакции среды с числовым показателем pH.

pH	1	4	7	10
	I		I	
	I		I	
[H ⁺]	10 ⁻¹	10 ⁻⁴	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁰
	10 ⁻¹⁴			
реакция	кислая		нейтральная	щелочная

Схема 1. Шкала соответствия реакции среды числовому значению pH

Определение кислотности почв

Различают две формы почвенной кислотности - актуальную (активную) и потенциальную (скрытую), которая, в свою очередь, делится на обменную и гидролитическую.

Актуальная кислотность обусловлена наличием ионов водорода в почвенном растворе и зависит от присутствия свободных минеральных и органических кислот, а также гидролитически кислых солей. Актуальная кислотность характеризуется двумя показателями:

- активностью водородных ионов H⁺ (степень кислотности)
- содержанием кислотных компонентов (количество кислотности).

Степень кислотности обусловлена растворенными в почвенном растворе химическими веществами. Количество кислотности зависит, в основном, от генезиса (происхождения) почвенного профиля. Обычно, значение pH водной вытяжки почвы выше, чем солевой. Величина pH водной вытяжки – неустойчивый показатель, который может изменяться на протяжении вегетационного периода.

Потенциальная кислотность обусловлена поглощенными ионами водорода и алюминия, которые находятся в почвенно-поглощающем комплексе. Этот вид кислотности определяют в солевых вытяжках почвы. При обработке исследуемого образца почвы раствором нейтральной соли (NaCl или KCl) выявляется обменная кислотность как часть потенциальной, а при воздействии

гидролитически-щелочной соли (CH_3COONa) - гидролитическая кислотность. Обменная кислотность является причиной появления токсических свойств почвы, поэтому ее определение является обязательным при проведении почвенного мониторинга.

Определение актуальной кислотности с помощью индикаторов.

Для практических целей реакцию раствора можно определить экспресс - методом с помощью индикаторов, окраска которых меняется в зависимости от рН (таблица 1).

Таблица 1. Окраска индикаторов в зависимости от реакции раствора

Индикатор	Реакция раствора		
	кислая	нейтральная	щелочная
Лакмус	красная	фиолетовая	синяя
Фенолфталеин	бесцветная	бесцветная	малиновая
Метилоранж	розовая	оранжевая	желтая

По уровню актуальной кислотности почвы классифицируются следующим образом:

рН 3-4 – сильнокислые;

рН 4-5 – кислые;

рН 5-6 – слабокислые;

рН 7,0 – нейтральные;

рН 7-8 – слабощелочные;

рН 8-9 – щелочные;

рН 9-11 – сильнощелочные.

Обычно щелочность почв обусловлена повышенным содержанием в почвенном растворе ионов натрия, кальция, магния. Могут увеличивать показатель рН бораты, фосфаты, сульфиды, силикаты, а также соли некоторых органических кислот. Повышенная щелочность также ухудшает многие свойства почвы, отрицательно влияет на растения. Кратковременное увеличение щелочности имеет место при орошении почв.

Ход работы

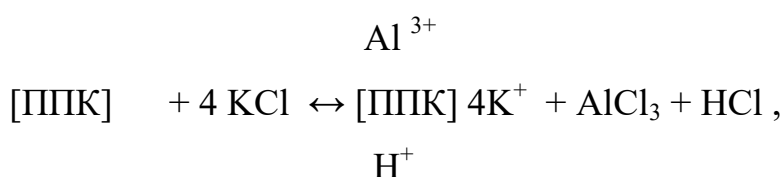
1. Взвесить 12 г сухой почвы, просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм. Поместить почву в колбу емкостью 50 мл
2. Прилить к почве 30 мл дистиллированной воды
3. Содержимое колбы тщательно перемешать 1-2 минуты и отстаивать 1 час
4. Отфильтровать через бумажный фильтр.
5. Использовать 5 мл фильтрата для определения актуальной кислотности с помощью индикаторов.
6. Результаты записать в таблицу 2

Определение обменной кислотности и подвижного алюминия.

Обменную кислотность определяют методом А.В. Соколова. Подвижный алюминий тесно связан с обменной кислотностью. Его определение позволяет установить природу почвенной кислотности. Подвижный алюминий переводит фосфорную кислоту почвы в труднодоступные формы, а также отрицательно влияет на рост растений и жизнедеятельность микроорганизмов. При содержании подвижного алюминия более 3-4 мг на 100 г почвы растения находятся в угнетенном состоянии.

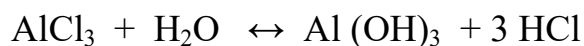
Подвижный алюминий обычно встречается в подзолистых, дерново-подзолистых и торфяно-болотных почвах.

Метод А.В. Соколова позволяет одновременно с обменной кислотностью определить содержание подвижного алюминия в почве. Его суть состоит в том, что при воздействии на почву 1,0н раствором KCl определяется общее количество ионов H^+ и Al^{3+} . Это можно выразить уравнением:

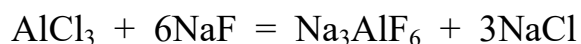


где [ППК] – почвенно-поглощающий комплекс почвы

Образовавшийся хлористый алюминий в водном растворе гидролитически расщепляется по уравнению:



Свободная соляная кислота, которая образовалась в результате реакции, и обуславливает обменную кислотность. Если к полученному раствору добавить фтористый натрий, то получается выпадение алюминия в осадок:



Таким образом, титруя сначала вытяжку без добавления фтористого натрия, определяют общую обменную кислотность, а затем, титруя другую часть вытяжки с добавлением фтористого натрия, определяют кислотность, вызванную только ионами водорода. Разница между первым и вторым титрованием показывает количество ионов алюминия.

Ход работы

1. Взвесить 50г сухой почвы, просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм
2. Перенести навеску в колбу и добавить 125 мл 1,0н раствора KCl
3. Содержимое колбы взбалтывать на качалке в течение 30 минут
4. Отфильтровать содержимое через бумажный фильтр
5. Фильтрат разлить в две колбы по 50 мл
6. Каждую вытяжку прокипятить на протяжении 5 мин, чтобы удалить CO_2
7. В одну колбу добавить 2-3 капли фенолфталеина и оттитровать горячую вытяжку 0,02н раствором NaOH до появления слабо - розового цвета, сохраняющегося в течение 1 мин. Количество едкого натра, пошедшего на титрование, соответствует суммарному количеству ионов водорода H^+ и алюминия Al^{3+} в соответствующем объеме вытяжки.
8. В другую колбу к горячему фильтрату добавить 3 мл 3,5%-ного раствора NaF, содержимое колбы хорошо перемешать, охладить до

комнатной температуры, добавить 2-3 капли фенолфталеина и оттитровать 0,02н раствором NaOH.

Количество подвижного алюминия определяют по разнице между первым и вторым титрованием. Обычно при втором титровании расходуется меньше щелочи NaOH, чем при первом титровании. Если подвижный алюминий в почве отсутствует, то на первое и второе титрование идет одинаковое количество щелочи.

Общую обменную кислотность определяют по формуле;

$$A_1 = a \cdot 0,02 \cdot 2,5 \cdot 2 \cdot T, \quad (1)$$

где A_1 - обменная кислотность, мг-экв. на 100 г почвы;

a – количество 0,02н NaOH, пошедшей на титрование(без добавления NaF), мл;

0,02 – коэффициент перевода в мг-экв.;

2,5 - коэффициент перевода на 100 мл раствора (брали 50 мл фильтрата, а приливали

125 мл 1,0н раствора KCl);

2 - коэффициент перевода результатов на 100 г почвы (брали навеску 50 г);

T – поправка к титру NaOH.

Кислотность, которая обуславливается ионами водорода, определяют по формуле:

$$A_2 = v \cdot 0,02 \cdot 2,5 \cdot 2 \cdot T, \quad (2)$$

где A_2 - кислотность, которая обуславливается наличием ионов водорода, мг-экв на 100 г почвы;

v – количество 0,02н NaOH, пошедшей на титрование с добавлением NaF, мл;

Остальные показатели приведены в формуле 1.

Содержание подвижного алюминия находят по формуле:

$$A_3 = A_1 - A_2 \quad (3)$$

Тема 9. Биологические ресурсы

Вопросы темы:

Характеристика ресурсов растительного и животного мира. Роль биоресурсов в круговороте вещества и энергии.

Лесные ресурсы.

Деградация ресурсов животного и растительного мира, сокращение биологического разнообразия. Проблема биологического разнообразия в Республике Беларусь.

Особо охраняемые территории и охраняемые виды растительного и животного мира.

Биологические ресурсы, т.е. совокупность живых организмов которые являются генофондом планеты. Растительность - исчерпаемый, но возобновляемый природный ресурс. На планете существует около 500 тыс. видов растений. Их разнообразие в значительной степени зависит от человека. В результате непродуманной хозяйственной деятельности уже уничтожено около 30 тыс. видов растений и 25 тыс. находится под угрозой исчезновения.

Растения являются биоэнергетической основой для существования животных и человека. Главная функция растений заключается в способности образовывать органическое вещество из неорганических веществ, используя лучистую энергию Солнца в процессе фотосинтеза, благодаря чему человек и животные получают первичную биологическую продукцию. За один год растения океана и суши усваивают 5×10^{10} т углерода, разлагают $1,3 \times 10^{11}$ т воды, выделяют $1,2 \times 10^{10}$ т молекулярного кислорода, синтезируя около 177 млрд. т органических веществ, в которых запасено 3×10^{18} кДж солнечной энергии в виде химических связей продуктов фотосинтеза.

Растения играют определяющую роль в жизни человека:

- являются источником пищевых продуктов, лекарственного, химического сырья, строительного материала;

- формируют состав атмосферы, обогащая атмосферу кислородом и поглощая избыток углекислого газа;
- выполняют санитарно-гигиеническую (защитную) роль, поглощая до 72% атмосферной пыли, загрязнители различного происхождения и снижая уровень шума на 8-10 дБ;
- их используют в селекции новых сортов с.-х. растений в качестве доноров полезных признаков;
- определяют климат планеты и микроклимат местности;
- участвуют в образовании естественных фитоценозов (лугов, пастбищ);
- служат средой обитания для животных;
- обеспечивают защиту почв и вод от загрязнения и эрозии;
- имеют гигиеническое (оздоровительное), рекреационное, эстетическое значение.

Полезными свойствами для использования в народном хозяйстве обладают более 500 видов растений. Общий биологический запас сырья этих растений в Республике Беларусь составляет около 1 млн. т, однако реально используется всего 1 -2 % видов растений.

В настоящее время на территории Беларуси известно около 12 тыс. видов растений и грибов. Наиболее многочисленные классы – это грибы (более 7000 видов) и водоросли (2232 вида). К наиболее изученным систематическим группам растений относятся сосудистые растения - 1680 видов, мохообразные – 442 вида и лишайники – 477 видов.

Естественная растительность в Беларуси занимает 67 % территории страны и представлена лесами (7,8 млн. га, или 37,8 %), лугами (3,3 млн. га, или 15,8 %), болотами (2,4 млн. га, или 11,5 %) и кустарниками (0,4 млн. га, или 1,9 %). Развитие производительных сил, приводящее к увеличению нагрузки на окружающую среду, является основной причиной исчезновения отдельных видов растений. За последние 100 лет из состава флоры Беларуси выпало 46 видов сосудистых растений, 214 видов находятся под угрозой исчезновения и включены в Красную книгу.

Инвазийные (заносные или виды-интервенты) и интродуцированные виды являются объектами повышенной опасности для природной флоры. Сейчас инвазийных видов растений во флоре страны насчитывается более 300. Число их постоянно увеличивается в связи с ведущей тенденцией современного развития флоры, связанной с деятельностью человека - синантропизацией. Наибольшее разнообразие инвазийных видов растений наблюдается в рудеральных зонах крупных промышленных городов. В настоящее время эти виды играют ограниченную роль в изменении растительных сообществ, хотя некоторые из них (например, борщевик Сосновского) доминируют в отдельных сообществах, активно вытесняя аборигенные виды природной флоры Беларуси.

Особая роль *животных* в биосфере определяется их большой подвижностью и исключительным разнообразием. Известно более 2 млн. видов животных (в то время как растений около 500 тыс.), что важно для устойчивого функционирования основного процесса биосферы - биотического круговорота веществ и распределения энергии. Животные в этом процессе выполняют функции консументов – потребителей 1-го порядка (растительноядные виды), консументы 2-го порядка (хищные виды).

В процессе эволюции каждый вид животных адаптировался к определенным экологическим факторам среды обитания, важнейшим из которых является поиск источника пищи. В результате один вид использует лишь часть растений, а остаток употребляют другие виды. Так складываются сложнейшие трофические цепи, последовательно извлекающие вещества и энергию из фотосинтезирующих растений. Утрата хотя бы одного звена из этой цепи приводит к нарушению экологического баланса.

Большее значение в биогеоценозах имеет самый разнообразный и многочисленный класс животных - насекомые (или членистоногие). Они опыляют растения, служат кормом для рыб, птиц и зверей, участвуют в формировании почв, разложении отмершего органического вещества и т. д. Комары служат кормом для рыб, птиц и даже растений. Установлено, что с

площади 100 га тундрового болота комары ежегодно выносят и возвращают в биотический круговорот 15 кг азота, 9 кг фосфора и 6 кг кальция, т.е. обеспечивают обмен микроэлементов. Значительна роль и других беспозвоночных. Дождевые черви, нематоды способствуют аэрации почвы, клещи, повышая ее плодородие.

Очевидно значение рыб, птиц, млекопитающих. Все биологические виды, возникшие в процессе эволюции, важны и незаменимы для устойчивого функционирования биосферы. Так полное уничтожение грызунов может вызвать исчезновение хищников. Хищническая охота на леопардов в Кении обусловила появление такого количества диких кабанов и обезьян, что вред, причиняемый ими, многократно превысил ущерб для домашнего скота от нападения хищников.

В фауне Республики Беларусь насчитывается более 30 тыс. животных, из них 453 вида позвоночных. Всего известно около 300 видов птиц, 72 вида млекопитающих, 53 - рыб (из них 45 местных видов), 1 вид черепах, 3 вида ящериц и 3 вида змей. Из млекопитающих к основным представителям фауны относятся лось, олень, кабан, косуля, волк, заяц; из птиц - тетерев, рябчик, глухарь, куропатка, водоплавающие виды.

Всего, начиная с 1600 г., на Земле вымерло 94 вида (1,9%) птиц и 63 вида (1,48 %) млекопитающих. Еще больше исчезло подвидов. Гибель 75 % видов млекопитающих и 86 % птиц связана с человеком. Воздействие человека было как прямым, так и косвенным. И если в XVII в. прямое преследование стало причиной гибели 86 % животных, то в 20 веке - только 28 %.

За последние 80 лет с территории Республики Беларусь исчезло 60 видов, а всего с 1600 года - 238 видов животных. Среди них - тарпан, соболь, лань, дрофа, росомаха, песец, стрепет, черный гриф, белуга, осетр, лосось.

Основной причиной вымирания является косвенное влияние, которое может принимать следующие формы:

- изменение мест обитания (осушение болот, распашка степей, постройка дорог, плотин);

- интродукция (акклиматизация) чуждых видов. В Беларуси интродуцировано 4 вида животных (американская норка, енотовидная собака, енот-полоскун, ондатра) и 14 видов рыб в результате неконтролируемого расселения;

- загрязнение природной среды (так, пестицид ДДТ стал причиной вымирания американского дрозда);

- браконьерство.

Основная форма охраны животных - это охрана в процессе их эксплуатации. В Беларуси принят закон «Об охране и использовании животного мира». Закон регламентирует охотничий промысел, применение химических средств защиты растений, предотвращение гибели животных при строительстве и эксплуатации производственных объектов.

Эксплуатация охотничьих животных должна проводиться по принципу расширенного воспроизводства. В Республике Беларусь к охотничье-промысловым видам относятся 22 вида млекопитающих, 31 вид птиц, 1 вид рептилий, а из беспозвоночных - виноградная улитка. Организовано 212 охотничьих хозяйств. Наиболее массовый объекты охоты – это водоплавающие птицы. Кроме того, ежегодно добывается до 80 тыс. зайцев, 5 тыс. белок, 1 тыс. кабанов.

Ведение охотничьего хозяйства включает не только добычу животных, но и ряд биотехнических мероприятий (подкормки, помощь животным, реакклиматизация, борьба с браконьерством, болезнями, паразитами).

Большая роль в белковом питании человека принадлежит рыбоводству. В Республике Беларусь создано 11 крупных рыбохозяйств. Всего рыбохозяйственный фонд включает более 1 тыс. озер (общая площадь -130 тыс. га), 115 водохранилищ (45 тыс. га) и 40 тыс. км рек. Среднегодовой вылов составляет 1,5-2 тыс. т, однако наблюдается тенденция к уменьшению этого количества. Около 75 % улова дают озера, 8 % - водохранилища, 17 % - реки.

Основные принципы рационального использования промысловых рыб те же, что и для животных. Организуется охрана нерестилищ, зимовальных ям, спасение молоди, обеспечение прохода на нерестилища, борьба с загрязнением гидросферы, сезонный запрет рыбной ловли. Предположительно, уловы любителей и браконьеров превышают промысловые в 2 раза, поэтому предусматриваются жесткие меры борьбы с незаконным выловом рыбы.

Лабораторная работа

Качественное и количественное определение содержания тяжелых металлов в поверхностных и сточных водах спектральным методом

Цель работы:

Изучить влияние тяжелых металлов на компоненты экологической системы, ознакомиться с принципом проведения спектральных методов анализа, провести качественный и количественный анализ проб воды.

Введение

В настоящее время хозяйственная деятельность человека все чаще становится источником загрязнения биосферы. Вещества, загрязняющие окружающую среду, очень разнообразны. Особое место среди них принадлежит соединениям тяжелых металлов, которые можно отнести к приоритетным загрязняющим веществам.

Под загрязнением водных ресурсов понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоемах в связи со сбрасыванием в них жидких, твердых и газообразных веществ, которые причиняют или могут создать неудобства, делая воду данных водоемов опасной для использования, нанося ущерб народному хозяйству, здоровью и безопасности населения

Загрязнение поверхностных и подземных вод можно распределить на такие типы:

механическое - повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений;

химическое - наличие в воде органических и неорганических веществ

токсического и нетоксического действия;

бактериальное и биологическое - наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей;

радиоактивное - присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах;

тепловое.

Загрязнение поверхностных и подземных вод соединениями тяжелых металлов относится к химическому типу.

К тяжелым металлам относят более 40 элементов периодической системы Д.И.Менделеева.

Тяжелые металлы – это металлы, имеющие атомную массу более 40 и представляющие опасность для живых организмов.

Немаловажную роль в классификации тяжелых металлов играют следующие условия: высокая токсичность в низких концентрациях и способность к биокумуляции.

В результате хозяйственной деятельности тяжелыми металлами загрязняются все объекты окружающей среды (почва, водоемы, растительность, атмосфера). Источником загрязнения водоемов служат стоки гальванических цехов, предприятий горнодобывающей промышленности, черной и цветной металлургии, машиностроительных заводов. Тяжелые металлы входят в состав удобрений и пестицидов и могут попадать в водоемы со стоками с сельскохозяйственных угодий. Выбросы промышленных предприятий в значительной мере загрязняют тяжелыми металлами атмосферный воздух, что приводит к загрязнению почвы и растительности

Наиболее опасны с точки зрения токсичности и биологической

активности соединения ртути, свинца, хрома, мышьяка.

Современное состояние промышленности, технологии переработки природных ресурсов, производство энергии предполагает наличие конечных твердых и жидких отходов, требующих обязательного контроля и удаления из среды жизнедеятельности и жизнеобеспечения человека.

К возможным источникам загрязнения биосферы тяжелыми металлами относят предприятия черной и цветной металлургии (аэрозольные выбросы, загрязняющие атмосферу, промышленные стоки, загрязняющие поверхностные воды), машиностроения (гальванические ванны меднения, никелирования, хромирования, кадмирования), заводы по переработке аккумуляторных батарей, автомобильный транспорт, сельское хозяйство, твердые бытовые отходы.

Кроме антропогенных источников загрязнения среды обитания тяжелыми металлами существуют и другие, естественные, например вулканические извержения: кадмий обнаружили сравнительно недавно в продуктах извержения вулкана Этна на острове Сицилия в Средиземном море. Увеличение концентрации металлов-токсикантов в поверхностных водах некоторых озер может происходить в результате кислотных дождей, приводящих к выщелачиванию донных минералов и пород, омываемых этими озерами.

Попадание металла-токсиканта в живые организмы может происходить и путем аэрозольного переноса, но все же более распространенный путь – с водой и пищей, особенно консервированной в металлической таре. Попад в организм, металлы-токсиканты чаще всего не

подвергаются каким-либо существенным превращениям, как это происходит с органическими токсикантами, и, включившись в биохимический цикл, они крайне медленно покидают его.

Кадмий (Cd)

В природные воды поступает при выщелачивании почв, полиметаллических и медных руд, в результате разложения водных организмов, способных накапливать кадмий. Соединения кадмия выносятся в поверхностные воды со сточными водами свинцово-цинковых заводов, рудообогатительных фабрик, ряда химических предприятий (производство серной кислоты), гальванического производства, а также с шахтными водами. В последнее время количество кадмия в окружающей среде увеличилось, что связано с увеличением парка дизельных автомобилей. Кадмий поражает внутренние органы человека, приводя к заболеваниям раком.

Медь (Cu)

Основным источником поступления меди в природные воды являются сточные воды предприятий химической, металлургической промышленности, шахтные воды, альдегидные реагенты, используемые для уничтожения водорослей. Медь может появляться в результате коррозии медных трубопроводов и других сооружений, используемых в системах водоснабжения. В подземных водах содержание меди обусловлено взаимодействием воды с горными породами, содержащими ее (халькопирит, малахит и др.). Медь поступает в воздух с выбросами металлургических производств. В выбросах твердых веществ она содержится в основном в виде соединений, преимущественно оксида меди. Высокие концентрации

меди приводят к интоксикации, анемии и заболеванию гепатитом.

Мышьяк (As)

В природные воды мышьяк поступает из минеральных источников, районов мышьяковистого оруднения, а также из зон окисления пород полиметаллического, медно-кобальтового и вольфрамового типов. Некоторое количество мышьяка поступает из почв, а также в результате разложения растительных и животных организмов. Потребление мышьяка водными организмами является одной из причин понижения концентрации его в воде, наиболее отчетливо проявляющегося в период интенсивного развития планктона.

Значительные количества мышьяка поступают в водные объекты со сточными водами обогатительных фабрик, отходами производства красителей, кожевенных заводов и предприятий, производящих пестициды, а также с сельскохозяйственных угодий, на которых применяются пестициды. Соединения мышьяка в повышенных концентрациях являются токсичными для организма животных и человека: они тормозят окислительные процессы, угнетают снабжение кислородом органов и тканей.

Никель (Ni)

Присутствие никеля в природных водах обусловлено составом пород, через которые проходит вода: он обнаруживается в местах месторождений сульфидных медно-никелевых руд и железо-никелевых руд. В воду попадает из почв и из растительных и животных организмов при их распаде. Повышенное по сравнению с другими типами водорослей содержание никеля обнаружено в сине-зеленых водорослях. Соединения никеля в водные объекты поступают также со

сточными водами цехов никелирования, заводов синтетического каучука, никелевых обогатительных фабрик. Огромные выбросы никеля сопровождают сжигание ископаемого топлива.

Соединения никеля играют важную роль в кроветворных процессах, являясь катализаторами. Повышенное его содержание оказывает специфическое действие на сердечно-сосудистую систему. Никель принадлежит к числу канцерогенных элементов 1-й группы. Его повышенное содержание приводит к появлению эндемических заболеваний, бронхиального рака.

Ртуть (Hg)

В поверхностные воды соединения ртути могут поступать в результате выщелачивания пород в районе ртутных месторождений, в процессе разложения водных организмов, накапливающих ртуть. Значительные количества поступают в водные объекты со сточными водами предприятий, производящих красители, пестициды, фармацевтические препараты, некоторые взрывчатые вещества. Тепловые электростанции, работающие на угле, выбрасывают в атмосферу значительные количества соединений ртути, которые в результате мокрых и сухих выпадений попадают в водные объекты. В водных объектах в результате бактериальных процессов происходит метилирование ртути с образованием метилртутных соединений, которые во много раз токсичнее минеральных солей ртути. Метилртутные соединения накапливаются в планктоне, рыбе и могут попадать в организм человека.

Соединения ртути высоко токсичны. Они поражают нервную систему человека, вызывают изменения со стороны слизистой оболочки,

нарушение двигательной функции и секреции желудочно-кишечного тракта, изменения в крови и др.

Свинец (Pb)

Естественными источниками поступления свинца в поверхностные воды являются процессы растворения эндогенных (галенит) и экзогенных (англезит, церуссит и др.) минералов. 75% свинца поступают в окружающую среду с выхлопами автотранспорта. Значительное повышение содержания свинца в окружающей среде (в т.ч. и в поверхностных водах) связано со сжиганием угля, применением тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в моторном топливе, с выносом руд обогатительных фабрик, металлургических заводов, химических производств, шахт и т.д.

Свинец - промышленный яд, способный при неблагоприятных условиях оказаться причиной отравления. В организм человека проникает главным образом через органы дыхания и пищеварения. Удаляется из организма очень медленно, вследствие чего накапливается в костях, печени и почках, влияет на нервную систему и органы кровообращения. Пожилые люди и дети особенно чувствительны даже к низким дозам свинца, при этом у них может развиваться слабоумие, выражающееся в снижении памяти, концентрации внимания, восприятия нового материала.

Хром (Cr)

В поверхностные воды соединения трех- и шестивалентного хрома попадают в результате выщелачивания из пород (хромит, крокоит, уваровит и др.). Некоторые количества поступают в процессе разложения организмов и растений, из почв. Значительные количества

могут поступать в водоемы со сточными водами гальванических цехов, красильных цехов текстильных предприятий, кожевенных заводов и предприятий химической промышленности. Понижение концентрации ионов хрома может наблюдаться в результате потребления их водными организмами и процессов адсорбции.

Соединения Cr(VI) и Cr(III) в повышенных количествах обладают канцерогенными свойствами. Соединения Cr(VI) являются более опасными.

Цинк (Zn)

Попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, а также со сточными водами рудообогатительных фабрик и гальванических цехов, производств пергаментной бумаги, минеральных красок, вискозного волокна и др.

Цинк относится к числу активных микроэлементов, влияющих на рост и нормальное развитие организмов. В то же время многие соединения цинка токсичны, прежде всего его сульфат и хлорид.

Сточные воды, содержащие тяжёлые металлы, возникают в процессе использования воды в очень широком спектре промышленных производств. При этом металлы, попадающие в воду, могут находиться в различной форме и, соответственно, требуют различных **методов обработки**. В случае, если металлы содержатся в воде в ионной форме, обработка воды сводится к изменению водородного показателя (рН) до нужного уровня, чтобы перевести металлы в нерастворимую форму (для многих металлов оптимальным является рН 9.0-10.5) с последующим отделением металла в виде осадка от воды. В каждом

конкретном случае, в зависимости от присутствия различных примесей в обрабатываемой воде, концентрации металла, степени требуемой очистки, и т. д., для обработки могут применяться различные химикаты - катализаторы, коагуляторы и т. д., каждый из которых позволяет сделать процесс обработки более надёжным и эффективным. Самый простой способ разделения металла, переведённого в нерастворимую форму, и воды - это гравитационное осаждение в специальных осаждающих ёмкостях с периодической откачкой осевшего на дно металла на обезвоживание и просушку. Самым большим недостатком этого метода является его повышенная чувствительность к присутствию в воде других соединений и, в особенности - перекиси водорода и мыла или детергентов, которые не дают сформировавшемуся осадку высаживаться на дно.

Значительно более надёжным является мембранный метод сепарации, где вместо осаждающей ёмкости используется специальная мембранная установка, позволяющая сконцентрировать осадок до густоты зубной пасты и при этом получать обработанную воду с постоянно низкой остаточной концентрацией металла (обычно менее 1 мг/литр).

В случае необходимости обработки больших объёмов сточных вод с относительно невысоким содержанием металлов наиболее оптимальной является ионообменная технология, использующая способность ионообменных смол аккумулировать на своей поверхности, при определённых условиях, ионы металлов. Степень очистки воды данным методом очень высока. Смола, по достижении точки насыщения, регенерируется кислотой. В процессе регенерации

получается небольшой объём кислоты с высоким содержанием металла. Срок службы смолы, в зависимости от нагрузки, исчисляется годами. Если сточные воды, содержащие тяжелые металлы, осложнены присутствием сильных хелантов, то перечисленные выше методы обработки будут малоэффективны. Как правило, сточные воды подобного типа встречаются в гальванических и электролизных производствах в виде отработанных растворов и сравнительно не велики по объёму. Для сточных вод подобного типа рекомендуется химический метод циклической обработки в специальных ёмкостях-реакторах. Циклический процесс обработки состоит из нескольких последовательных операций: закачки обрабатываемого раствора, выставления необходимого рН, добавления необходимых химикатов, перемешивания, прокачки через прессующий фильтр (обезвоживание) и, если необходимо, подсушивание получаемого твёрдого продукта. В зависимости от содержащихся в растворе металлов, соответственно меняется и состав реактивов для обработки.

Спектральные методы анализа являются наиболее распространёнными способами исследования качественного и количественного состава загрязнённой воды.

Инфракрасная, ультрафиолетовая, рентгено-флуоресцентная спектроскопия, лазерные методы и другие позволяют определить множество микропримесей в воде. Эти методы основаны на избирательном поглощении излучений конкретной длины волны определенными атомами и молекулами или возбуждении атомов с целью получения их характеристики излучений. К числу наиболее чувствительных методов определения примесей относится

люминесцентный, который основан на возбуждении атомов контролируемых растворов с помощью рентгеновского или лазерного облучения и последующем измерении длины волны, излучаемой возбужденными компонентами.

Спектры **электромагнитного излучения**, испускаемого, поглощаемого и рассеиваемого веществом, изучает раздел физики — *спектроскопия*. Квант поглощаемой или испускаемой веществом энергии соответствует изменению энергии при каком-либо единичном акте атомного или молекулярного процесса.

Рентгеновское излучение возникает за счет квантовых переходов внутренних электронов атомов на более высокий энергетический уровень. Последнее становится возможным в результате дополнительного облучения вещества потоком электронов высокой энергии или жестким рентгеновским излучением. На освободившиеся орбитали переходят электроны из более далеких от ядра слоев, что и сопровождается выделением квантов рентгеновского излучения.

Поскольку квантовые переходы электронов в атомах разных элементов отличаются от энергии, рентгеновское излучение зависит от строения атома. Эту зависимость выражает закон Мозли

Английский физик Мозли в 1913 г. установил связь длины волны линий рентгеновского спектра с атомным номером возбуждаемого элемента.

Закон Мозли позволяет установить однозначную связь между измеренными длинами волн (энергиями) линий и атомными номерами элементов, и поэтому он лежит в основе качественного рентгенофлуорисцентного анализа (РФА).

Открытие этой зависимости сыграло важную роль при выяснении строения атома (в частности, подтвердило его слоистое строение), позволило определить экспериментально атомный номер элемента и подтвердило правильность расположения элементов в периодической системе Д.И. Менделеева (см. приложение В).

При Рентген-флуоресцентном анализе первичное рентгеновское излучение, чаще всего получаемое с помощью рентгеновской трубки R, падает на анализируемый образец P (рис .1)

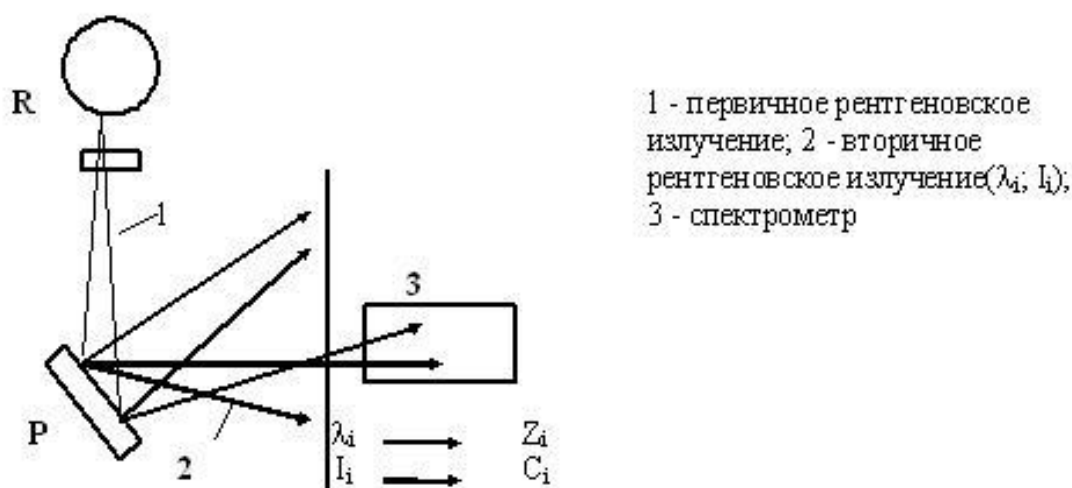


Рисунок 1 - Принципиальная схема РФА

В результате этого взаимодействия образец излучает вторичное рентгеновское излучение, которое является характерным для химического состава образца. Содержащиеся в образце атомы типа Z_i (Z - порядковый номер элемента) излучают компоненты с типичными для них длинами волн λ_i . Атомы Z_i в концентрации C_i оказывают пропорциональное влияние на интенсивность I_i этих компонентов во втором излучении. Величины λ_i и I_i фиксируют с помощью спектрометра и затем проводят качественный (Z_i) и количественный (C_i) элементный анализ.

Термин “рентген-флуоресцентный анализ” для описанного метода физически обоснован, так как используемое для анализа образца и излучаемое им

характеристическое рентгеновское излучение возбуждается другим, внешним рентгеновским излучением (явление флуоресценции).

В лабораторных условиях для определения химических элементов используется “Спектроскан” - современный спектрометр с широкими аналитическими возможностями. Предназначенный прибор для определения содержания химических элементов в диапазоне от Sc²¹ до U⁹² в порошковых и монокристаллических пробах, жидкостях, а также для определения состава и толщин покрытий.

Принцип действия спектрометра основан на возбуждении рентгеновской флуоресценции контролируемых элементов излучением рентгеновской трубки малой мощности с последующим анализом вторичного характеристического излучения. По интенсивности аналитических линий путем пересчета может быть определена концентрация содержащихся в образце химических элементов.

Диапазон определения концентраций химических элементов составляет от сотых долей % до 100%.

Спектрометр функционирует в комплексе с персональным компьютером. Программное обеспечение позволяет производить качественный и количественный анализ разнообразных материалов.

Спектрометр может быть использован в различных областях народного хозяйства:

- в промышленности для определения элементного состава различных продуктов производства, для управления технологическими процессами;
- черной и цветной металлургии для контроля состава сплавов;
- горнодобывающей и горнообогатительной промышленности для управления процессом добычи и обогащения руд;
- геологии и геохимии для поиска и разведки полезных ископаемых;
- в машиностроении и авиации для контроля ресурсов двигателей;
- в сельском хозяйстве для определения содержания микроэлементов в кормах и почвах;
- в экологических исследованиях промышленных выбросов, определения содержания тяжелых металлов в атмосфере, почвах и водоемах;
- в искусствоведении для датировки и определения подлинности

произведения искусства;

- в прикладных научных исследованиях для целей спектрального анализа образцов и т.д.

Качественный анализ заключается в определении элементного состава пробы.

На рисунке 2 приведен пример спектрограммы, на которой три химических элемента представлены шестью пиками. Каждый элемент имеет два пика - основной (большой) и вспомогательный (малый).

Проецируя вершину пика на ось абсцисс, находим, что они соответствуют следующим длинам волн λ : 1060 мÅ (вспомогательный пик), 1180 мÅ (основной пик), 1390 мÅ, 1540 мÅ, 1760 мÅ и 1940 мÅ.

Для определения возможных элементов пользуемся стандартной шкалой характеристических линий (табл.1) в диапазоне ± 20 мÅ. По табл. 1 методом исключения находим, что данные длины волн соответствуют трем элементам: As (мышьяк), Cu (медь), Fe (железо).

I, имп/сек

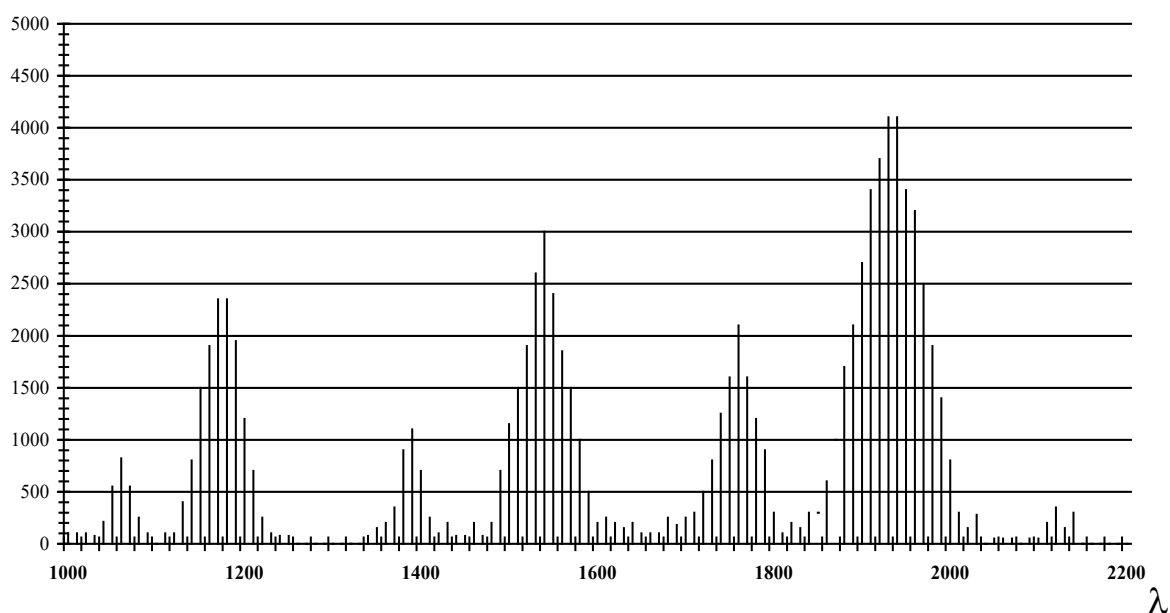


Рисунок 2 - Пример спектрограммы

Таблица 1 - Стандартная шкала характеристических линий

Длина волны λ мÅ	Пики				Длина волны, λ мÅ	Пики			
	Осн.	Всп.	Осн.	Всп.		Осн.	Всп.	Осн.	Всп.
2514		Ti			1241			Hg	
2503	V				1238				Ra
2463			Pr		1208		Ga		
2370			Nd		1207			Tl	
2290	Cr				1197				Os
2284		V			1176	As			
2282			Pm		1175			Pb	
2197			Sm		1158				Ir
2120			Eu		1144			Bi	
2102	Mn				1128		Ge		
2085		Cr			1120				Pt
2046			Gd		1113			Po	
1976			Tb		1105	Ge			
1936	Fe				1085			At	
1910		Mn			1083				Au
1909			Dv		1057			Rn	
1845			Ho		1056		As		
1788	Co				1048				Hg
1784			Er		1040	Br			
1757		Fe			1030			Fr	
1726			Tm		1015				Ti
1672			Yb		992		Se		
1657	Ni				983				Pb
1621		Co			980			Ac	
1619			Lu		979	Kr			
1569			Hr		956			Th	
1540	Cu				952				Bi
1521			Ta		933			Pa	
1500		Ni			932		Br		
1476			W		925	Rb			
1475				Yb	922				Po
1435	Zn				910			U	
1432			Re		893				At
1423				Lu	878		Kr		
1392		Cu			875	Sr			

1391			Os		866				Rn
1374				Hf	839				Fr
1351			Ir		829	Y			
1340	Ga				828		Rb		
1327				Ta	814				Ra
1313			Pt		790				Ac
1295		Zn			786	Zr			
1282				W	783		Sr		
1276			Au		765				Th
1254	Ge				746	Nb			

Количественный анализ заключается в определении концентрации, массы или количества вещества

Для определения концентрации тяжелых металлов используется метод абсолютной калибровки.

Используя данные таблицы 2, строим калибровочный график - *график*, построенный на основании экспериментальных данных стандартных растворов - на миллиметровой бумаге для каждого определяемого элемента.

Таблица 2 - Данные зависимости интенсивности линий (*I*) элементов на спектрограмме от стандартных концентраций (*C*) для построения тарировочных графиков.

Элем ент	Стандартные концентрации, мг/л								
	0.02	0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	4.0
	5								
Интенсивность линии, имп/сек									
As	500	950	1750	3400	5000	-	-	-	-
Hg	250	450	850	1700	2500	-	-	-	-
V		130	220	380	550	580	590	-	-
		0	0	0	0	0	0		
Cr		950	175	340	500	570	610	-	-
			0	0	0	0	0		
Mn		600	105	220	405	520	610	-	-

			0	0	0	0	0		
Fe		400	750	190	340	490	580	-	-
				0	0	0	0		
Ni		150	350	950	215	360	530	-	-
					0	0	0		
Pb		100	150	450	1050	2100	3400	-	-
Bi		600	1000	2100	4000	5100	5900	-	-
Mo		100	200	750	2100	3700	5400	-	-
Co		-	-	-	1400	1900	2350	410	610
								0	0
Cu		-	-	-	450	650	950	210	530
								0	0
Zn		-	-	-	1050	1650	2050	360	680
								0	0
Sr		-	-	-	300	450	700	185	530
								0	0

На оси абсцисс (горизонтальной) обозначают значения стандартных концентраций в мг/л, на оси ординат (вертикальной) – значения интенсивности линий основных пиков в имп/сек., соответствующие взятым стандартным концентрациям тяжелых металлов. Через полученные точки (а при необходимости – между ними) проводят прямую линию. Масштаб выбирают так, чтобы линия располагалась под углом, близким к 45° .

Далее определяем по заданной спектрограмме величину интенсивности основного пика для каждого элемента и с помощью калибровочного графика находим концентрации тяжелых металлов.

После проведения количественного анализа химических элементов в воде сравниваем их значения с ПДК, приведенными в табл. 3, и делаем вывод о степени загрязнения воды и необходимых мерах по снижению концентраций до

требуемого уровня.

Таблица 3 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) тяжелых металлов в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

<i>Элемент</i>		<i>ПДК, мг/л</i>	<i>Элемент</i>		<i>ПДК, мг/л</i>
<i>Название</i>	<i>Обозначение</i>		<i>Название</i>	<i>Обозначение</i>	
Ванадий	V	0.1	Цинк	Zn	1.0
Хром	Cr	0.5	Мышьяк	As	0.05
Марганец	Mn	0.1	Стронций	Sr	7.0
Железо	Fe	0.3	Молибден	Mo	0.25
Кобальт	Co	0.1	Ртуть	Hg	0.0005
Никель	Ni	0.1	Свинец	Pb	0.03
Медь	Cu	1.0	Висмут	Bi	0.1

Таблица 4 - Результаты анализа спектрограммы

<i>N</i>	<i>Длина волны, λ мÅ</i>	<i>Возм ожны е эleme нты</i>	<i>Элемент</i>	<i>Интенсивно сть линии основного пика, <i>I</i> имп/сек</i>	<i>Концентр ация, <i>C</i> мг/л</i>	<i>ПДК, мг/л</i>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Тема 10. Отходы в окружающей среде

Вопросы темы:

Классификация отходов: отходы производства и потребления. Практика обращения с отходами производства и потребления и существующие проблемы.

Способы обезвреживания и использования отходов. Повторное использование отходов.

Контроль за обращением с отходами и опасными химическими веществами.

Под отходами, согласно Н.Ф. Реймерсу, понимают непригодные для производства данной продукции виды сырья, неупотребимые остатки вещества и (или) энергии. Твердые отходы подразделяются на промышленные (ТПрО) и бытовые (ТБО).

Промышленные отходы (отходы производства) – это остатки сырья и материалов, образовавшиеся при производстве продукции или других технологических процессах и утратившие частично или полностью свои потребительские свойства. Основную долю ТПрО дают отрасли горнодобывающей промышленности – до 80-85% по объему. Примерами могут служить производственная деятельность ОАО «Беларуськалий», а также российских компаний, добывающих бокситы, апатиты и др. металлические руды. Большие объемы твердых отходов производят предприятия теплоэнергетики (при сжигании угля) и предприятия по производству стройматериалов. К ТПрО в настоящее время относят бытовую и оргтехнику, утратившую свои потребительские свойства в результате физического и морального износа.

Бытовые (коммунальные) отходы – это твердые вещества, не утилизируемые в быту, образующиеся в результате жизнедеятельности людей и амортизации предметов быта. К этой группе отходов относят упаковочные материалы из пластика, стекла, картона, алюминиевой фольги. Динамика производства этой группы отходов постоянно

увеличивается. В последнее время к ТБО относят твердую составляющую коммунально-бытовых сточных вод – их осадки. Особую группу составляют опасные бытовые отходы, содержащие ионы тяжелых металлов, кислоты, щелочи, лекарственные препараты и др. токсичные компоненты.

Количество и динамика накопления твердых отходов зависят от их вида, применяемых технологических процессов, социально- климатических условий, способов сбора и других факторов. При выборе способа утилизации отходов важно знать их основные характеристики – химический состав, влажность, плотность, растворимость в воде, теплотворную способность.

Для уменьшения образования ТПрО следует постоянно улучшать технологические процессы по добыче, обогащению и более полному извлечению ценных компонентов из руды, а также оптимизировать режимы сжигания топлива. Важными рычагами являются методы экономического стимулирования, технические и организационные мероприятия, постоянная рекультивация земель вокруг предприятий.

Существуют следующие подходы к управлению ТБО:

1. Раздельный сбор и переработка (бумаги, картона, пластика, стекла).
2. Пиролиз (термодеструкция при высокой температуре).
3. Компостирование органических отходов.
4. Вторичное использование (стеклянной тары).
5. Складирование на специально оборудованных полигонах.
6. Захоронение неопасных отходов.

Таким образом, современные подходы к управлению отходами предполагают минимизацию их образования через технологические решения, раздельный сбор и вторичное использование ТБО.

Лабораторная работа

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Цель работы - определение концентраций летучих органических веществ в воздухе рабочей зоны методом газовой хроматографии.

Введение

В настоящее время в промышленности интенсивно развиваются производства органического (нефтехимического) синтеза, создаются новые отрасли химической и перерабатывающей промышленности. Синтез и переработка полимерных материалов, производство металлоорганических соединений, синтетического каучука и резины, эпоксидных, полиуретановых, фенолоформальдегидных смол, синтетического волокна, высокомолекулярных аминосоединений, антиоксидантов, теплоносителей, смазочно-охлаждающих жидкостей, технологических смазок, новых видов топлива, производство растворителей и другие процессы основной химии и нефтехимических производств, а также текстильная, пищевая, металлургическая промышленность, машиностроение, производство удобрений и ядохимикатов. приводят к значительному загрязнению воздуха рабочей зоны* токсичными летучими органическими соединениями.

Рабочая зона - пространство высотой до 2-х м в местах постоянного или временного пребывания работающих.

Степень загрязнения воздуха производственных помещений зависит от типа производства и отрасли промышленности (цех завода, шахта, рудник и т. п.), особенностей технологического процесса, оборудования и планировки помещения, системы вентиляции и свойств используемого сырья. Количества токсичных химических соединений, попадающих в зону дыхания работающего, примерно на порядок (а часто и значительно больше)

превосходят концентрации загрязнителей атмосферы.

При вдыхании летучие органические соединения оказывают наркотическое воздействие и отрицательно влияют на нервную систему, кроветворные органы, слизистую оболочку глаз и верхние дыхательные пути.

Существует несколько возможностей сокращения или предотвращения выбросов органических соединений:

- замена органических соединений, например, использование водяных ванн для обезжиривания и применение красок, клея с низким содержанием ЛОС или без них;

- сокращение выбросов путем рационального ведения хозяйства, своевременного ремонтно-технического обслуживания и др.;

- рециркуляция и рекуперация ЛОС с применением методик адсорбции, абсорбции и мембранных методов сбора.

Повышенные концентрации летучих органических соединений в воздухе предприятий могут вызвать не только отклонения в состоянии здоровья, а при определенной длительности и интенсивности воздействия привести к развитию профессиональных заболеваний (интоксикаций) и увеличению профессионально обусловленной заболеваемости. Следовательно, мониторинг воздуха рабочей зоны является актуальной задачей.

Наиболее эффективным методом анализа содержания летучих органических соединений в воздухе рабочей зоны в настоящее время является газовая хроматография.

Хроматография - это физико-химический метод анализа, который основан на разделении и различном распределении смеси между двумя несмешивающимися фазами - неподвижной и подвижной.

В зависимости от типа взаимодействия, оформления и агрегатного состояния различают следующие типы хроматографии: газовая хроматография, жидкостная хроматография, тонкослойная хроматография и др.

Разделение в газовой хроматографии основано на различном

распределении молекул разделяемых компонентов между движущейся *газовой* и неподвижной *твёрдой* фазами. Между этими фазами для каждого компонента анализируемой смеси в колонке устанавливается динамическое равновесие. Разделение сложных веществ происходит в газовой или паровой фазе.

Среди всех методов хроматографического анализа газовая хроматография пользуется наибольшей популярностью. Это связано с универсальностью применяемых методов анализа в отношении многих классов летучих и термически устойчивых веществ, высокой разделительной способностью хроматографических колонок, малой продолжительностью анализа в расчёте на один компонент, высокой чувствительностью, малой величиной анализируемой пробы и высокой точностью.

В то же время метод имеет и недостатки, связанные, прежде всего с техническими трудностями при анализе высококипящих жидкостей, твёрдых и нелетучих веществ.

В качестве подвижной фазы используется газ (как правило, инертный), неподвижная фаза представляет собой либо пористый твёрдый сорбент, либо жидкость, нанесённую тонким слоем на твёрдый носитель или на стенки длинной капиллярной трубки.

Принцип разделения веществ в газовой хроматографии – неодинаковое сродство веществ к летучей подвижной фазе и стационарной фазе в колонке. После прохождения колонки вещества последовательно выходят из неё и регистрируются детектором. Сигнал детектора записывается в виде хроматограммы автоматическим потенциометром (самописцем) или же регистрируется компьютером.

Газовый хроматограф представляет собой прибор, использующий принцип хроматографии в системах газ - адсорбент или газ - жидкость. В аппаратном оформлении это совокупность нескольких самостоятельных, параллельно функционирующих систем: источник газа-носителя и блок

подготовки газов, испаритель, термостат колонок и сами хроматографические колонки, детектор, система регистрации и обработки данных.

Типичная блок-схема газового хроматографа изображена на рисунке 1.

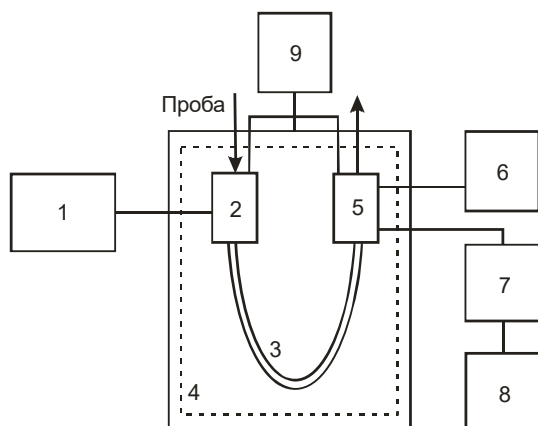


Рисунок 1 - Принципиальная схема газового хроматографа: 1 – система подготовки газов; 2 – система дозирования; 3 – колонка; 4 – система термостатирования; 5 – система детектирования; 6 – блок питания детектора; 7 – усилитель сигнала детектора; 8 – регистратор (самописец, компьютер); 9 – измерители режима хроматографа (расход газов, стабилизация температур и электрического питания детекторов).

Газовые функциональные связи показаны стрелками, электрические – одинарной линией, термостатируемые элементы заключены в пунктирный контур.

Система подготовки газов служит для установки, стабилизации и очистки потоков газа-носителя и дополнительных газов. Она включает блок регулировки расходов газов, обеспечивающий очистку, подачу и стабилизацию скорости и расхода газа-носителя в колонку, а также других газов, необходимых для работы детектора, например, воздуха и водорода для пламенно-ионизационного детектора

Система дозирования позволяет вводить в поток газа-носителя определенное количество анализируемой смеси в газообразном или жидком состоянии. Представляет собой устройство с самоуплотняющейся резиновой мембраной или кран-дозатор. Устройство ввода пробы необходимо

термостатировать при температуре, равной температуре колонки или выше на 20-30°C.

Система детектирования преобразует соответствующие изменения физических или физико-химических свойств бинарных смесей (компонент – газ-носитель по сравнению с чистым газом носителем) в электрический сигнал. Величина сигнала зависит как от природы компонента, так и от содержания его в анализируемой смеси.

Система термостатирования служит для установки и поддержания рабочих температур термостатов колонок (до 350°C), испарителя, детектора и других узлов хроматографа.

Система регистрации преобразует изменения физико-химических параметров в электрический сигнал, величина и форма которого регистрируются на ленте самописца или в современном варианте на мониторе компьютера. Прибор должен быть снабжен соответствующим электрометрическим усилителем, обеспечивающим получение на выходе электрического сигнала, пропорционального концентрации определяемого компонента в газе-носителе, выходящем из колонки.

Система инструментальной обработки данных позволяет вести управление экспериментом и обработку результатов в диалоговом режиме. С помощью компьютерных программ, имеющих алгоритм распознавания и сформированных банков данных, можно решать задачи расшифровки сложных хроматограмм и количественного определения компонентов.

Рассмотренная схема типична для обычного газового хроматографа, используемого в количественном анализе, однако газовый хроматограф может иметь гораздо более сложную схему, содержащую несколько колонок и детекторов, включающий автоматические устройства для подготовки и дозирования пробы.

Подготовка к измерению

Подготовка модуля разделения МР 500-1 к работе производится согласно ТУ на стандартизованные модули газохроматографического разделения серии МР для системы "УСХА-ГАЗ" 5Е4.462.029 ПС.

Подготовка хроматографа к работе осуществляется согласно ТО на прибор.

Стандартные паровоздушные смеси ПВС N 1 (с концентрацией $C_1=150$ ПДК) и стандартные ПВС N 3 (с концентрацией $C_3= 1500$ ПДК) готовят в предварительно откалиброванной ёмкости объёмом V , для этого в герметически закрытую ёмкость V вводят шприцем рассчитанное количество анализируемого компонента для ПВС N 1 и для ПВС N 3.

Рабочие паровоздушные смеси N 2 (с концентрацией $C_2= 1$ ПДК) готовят разбавлением стандартной ПВС N 1. Для этого из предварительно прогретой в течение 10 мин. при $t=80^{\circ}\text{C}$ ёмкости V отбирают шприцем 10 мл ПВС N 1. Шприц также прогревают в течение 10 мин. при $t=80^{\circ}\text{C}$ в сушильном шкафу и вводят ПВС N 1 в герметически закупоренную откалиброванную ёмкость V .

Рабочие ПВС N 4 (с концентрацией $C_4= 5$ ПДК) готовят разбавлением стандартной ПВС N 3, используя тот же метод, что и при приготовлении рабочей ПВС N 2.

Срок хранения паровоздушных смесей 8 часов.

Для проведения количественного анализа используют *метод абсолютной калибровки*.

На основании экспериментальных данных, приведенных в таблице 3.2, строят графическую зависимость значений высот пиков (h) в мм от содержания анализируемого вещества (a) в мкг.

Калибровочные графики строятся для всех определяемых веществ. Калибровочные прямые строят не менее, чем по пяти точкам.

Условия хроматографирования градуировочных смесей и анализируемых проб:

температура термостата колонок	80 ⁰ С
температура термостата испарителя	205 ⁰ С
температура термостата детекторов	100 ⁰ С
расход газа-носителя (азот)	25,5 см ³ /мин
расход водорода	31 см ³ /мин
расход воздуха	300 см ³ /мин
скорость диаграммной ленты	200 мм /ч

Для определения концентраций анализируемых веществ в пробе из шприца ёмкостью 50 мл отбирают дозу, равную 1 мл и вводят в испаритель хроматографа. Шприц ёмкостью 50 мл (с пробой) и шприц ёмкостью 1 мл предварительно прогреваются в течение 10 мин при 80⁰.

По **времени удерживания** идентифицируют каждый из определяемых компонентов (таблица 1)

Таблица 1 - Время удерживания веществ, мин

Время удерживания анализируемых веществ:	
Ацетон	30 сек
Этилацетат	46 сек
Бутанол	1 мин 15 сек
Бензол	1 мин 26 сек
Бутилацетат	2 мин 35 сек
Толуол	3 мин 09 сек
м-ксилол	6 мин 41 сек
о-ксилол	8 мин 10 сек

Для количественного анализа определяют высоту пика анализируемого вещества и по калибровочному графику определяют количество вещества измеряемого компонента.

При проведении анализа с чувствительностью БИД-36 $32 \cdot 10^{10}$ (для первого диапазона концентраций анализируемых веществ полученное значение высоты пика для толуола, о- и м-ксилолов делят на 2, а для ацетона, этилацетата, бутилацетата результат делят на 4.

При проведении анализа с чувствительностью БИД-36 $32 \cdot 10^9$ (для второго диапазона концентраций), полученное значение пика для толуола, о- и м-ксилолов, ацетона, этилацетата и бутилацетата делят на 4.

Концентрацию определяемых веществ в воздухе (в $\text{мг}/\text{м}^3$) вычисляют по формуле:

$$C = \frac{a \cdot 1000}{V_{20}}, \quad (1)$$

где a - количество определяемого вещества по калибровочному графику, мкг ;

V_{20} - объём воздуха, взятый для анализа в мл и приведённый к стандартным условиям по формуле:

$$V_{20} = \frac{V \cdot (273+20) \cdot P}{(273+t_0) \cdot 760}, \quad (2)$$

где V - объём воздуха, взятый для анализа, мл ;

P - атмосферное давление, мм рт. ст. ;

t_0 - температура воздуха в месте отбора проб.

Таблица 2 – Зависимость высоты пика от количества вещества

	Количество вещества, мкг				
	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04
Вещество	Высоты пиков, мм				
Ацетон	7	9	11	13	16
Этилацетат	8	10	16	23	28
Бутанол	6	12	23	35	47

Бензол	19	25	36	47	56
Бутилацетат	5	8	12	17	20
Толуол	31	53	92	130	170
М-ксилол	20	29	48	68	87
О-ксилол	12	33	55	76	98

Таблица 3 - Предельно допустимые концентрации некоторых веществ в рабочей зоне, мг/м³

Вещество	ПДК, мг/м ³
Ацетон	200
Этилацетат	200
Бутанол	200
Бензол	50
Бутилацетат	50
Толуол	50
М-ксилол	15
О-ксилол	10

Таблица 4 – Таблица результатов анализа хроматограммы

N п/п	Время удерживания, (t уд.), мин	Веществ о	Высота пика, (h), мм	Количест во веществ (a), мкг	Концен трация, мг/м ³	ПДК мг/м ³
1						
2						
3						
4						
5						

Тема 11. Законодательные и правовые основы охраны окружающей среды

Вопросы темы:

Конституционное право граждан на благоприятную окружающую среду в Республике Беларусь.

Нормативная и правовая база охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов в Республике Беларусь.

Международные конвенции и соглашения в области охраны окружающей среды, ратифицированных Республикой Беларусь.

Правовое регулирование хозяйственной деятельности производственного объекта.

Система управления и контроль за использованием природных ресурсов и выполнение требований по охране окружающей среды в Республике Беларусь.

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

ПРИРОДООХРАННОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В настоящее время экологическая политика стала неотъемлемой частью государственной политики нашего государства, которая базируется на экологическом законодательстве. Уже в 1992 году основные природоохранные мероприятия были закреплены в Законе «Об охране окружающей среды». Охрану природных объектов, создание национальных парков, заповедников и заказников гарантирует Закон «Об особо охраняемых природных территориях». Закон «Об экологической экспертизе» осуществляет контроль и оценку воздействия на окружающую среду. Ряд других законов гарантирует обеспечение благоприятной для человека окружающей среды, предотвращение дальнейшего загрязнения, предусматривают санкции за нарушение этих законов.

Осуществляя международное сотрудничество в области охраны окружающей среды, Р.Беларусь заключила ряд международных договоров, подписала Конвенции и Протоколы, направленные на сохранение природной среды и рациональное использование природных ресурсов:

- Протокол к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния 1979г., касающийся финансирования совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (ЕМЕП) (28 сентября 1984г.);
- Протокол о сокращении выбросов серы и их трансграничных потоков по меньшей мере на 30 % к Конвенции 1979г. о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (8 июля 1985г.);
- Протокол об ограничении выбросов оксидов азота или их трансграничных

потоков к Конвенции 1979г. о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1 ноября 1988г.);

- Венская конвенция об охране озонового слоя (22 марта 1985г.);

- Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (22 января 1988г.);

- Рамочная конвенция ООН об изменении климата (14 июня 1992г.);

- Конвенция ООН о биологическом разнообразии (11 июня 1992г.);

- Рамсарская конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местообитания водоплавающих птиц (25 мая 1999г.);

- Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (16 сентября 1999г.);

- Орхусская конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (16 декабря 1998г.);

- Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке (17 июля 2001г.);

- Картахенский протокол по биобезопасности к Конвенции по биоразнообразию (6 мая 2002г.);

- Конвенция о сохранении мигрирующих видов диких животных (12 марта 2003г.);

- Конвенция о стойких органических загрязнителях (26 декабря 2003г.).

Являясь одним из учредителей ООН, Р. Беларусь на постоянной основе поддерживает контакты с межправительственными организациями ООН: ЮНЕП, ЮНЕСКО, ВМО (Всемирной метеорологической организацией), ВОЗ, ЕЭК по проблемам окружающей среды и водным ресурсам, Международной справочной системой источников информации по окружающей среде (ИНФОТЕРРА), ОЭСР и др.

Расширяется взаимодействие Беларуси с такими крупными между-

народными организациями, как Совет Европы, МАГАТЭ, Межгосударственный экологический совет (МЭС), Программа ТАСИС Европейского сообщества, Всемирный Банк, Европейский банк реконструкции и развития, а также органами, созданными для имплементации международных природоохранных Конвенций и Протоколов к ним.

Тема 12. Концепция устойчивого развития и ее реализация

Вопросы темы:

Понятие «концепции устойчивого развития».

Основные документы по преодолению экологического кризиса.

Национальная стратегия социально-экономического развития РФ на период до 2020 г.

Понятие экологического следа

В 80-х годах прошлого столетия общество столкнулось с проблемой, обозначенной как «**экологический кризис**». Основными проявлениями этого процесса являются исчерпание природных ресурсов, в первую очередь, невозобновимых, рост населения планеты и промышленного производства, а также связанного с этим загрязнение окружающей среды, изменение климата, влекущего за собой истощение биологических ресурсов. Дальнейшее непринятие соответствующих мер может привести к необратимому глобальному кризису, одной из опасных сторон которого является обострение борьбы за исчезающие ресурсы через военные конфликты.

Решение этих проблем возможно только через надлежащие модели управления, эффективной законодательной системы, действенных технологических решений, изменения структуры потребления человеческого общества. Очевидно, что для этого потребуются радикальные изменения, базирующиеся на экономических и социальных реформах и, прежде всего, на новых принципах управления природными ресурсами.

В 1987 году на конференции ООН прозвучал доклад Комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее», где впервые было предложено и озвучено понятие устойчивого развития. Согласно этому определению, *устойчивое развитие – это такое развитие, которое позволяет удовлетворять потребности современных поколений, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять их собственные потребности.* Реализация концепции устойчивого развития

возможна только при одновременном решении экономических, экологических и социальных проблем человеческого общества.

Следующий этап пути выхода из кризиса отмечен принятием Повестки Дня на 21 век (Повестка 21) в 1992 году на конференции ООН в Рио-де-Жанейро, в работе которой приняли участие представители 179 стран мира. Этот документ является Программой действий для руководителей всех стран планеты и состоит из четырех основных блоков:

1. *Мировая экономика* – основные требования: стабильность, эффективность, опережающий рост.
2. *Социальная сфера* – искоренение нищеты и неравенства, право на принятие решений, поддержание, развитие национальных культур.
3. *Окружающая среда* – самосохранение и саморазвитие природных комплексов, сохранение биологического разнообразия.
4. *Финансирование устойчивого развития* - через специально созданные фонды за счет экономически развитых стран.

Согласно предложенной Программе, каждая страна-участник конференции в Рио должна была в пятилетний срок разработать свою национальную программу действий и сформулировать основные принципы ее реализации.

Однако на Всемирном саммите в г. Йоханнесбург в 2002г. при подведении итогов выполнения Программы было отмечено, что мировое сообщество продолжает идти прежним техногенным путем развития, загрязняя и истощая природную среду. Положительным моментом, отмеченном на Саммите, была разработка национальных принципов устойчивого развития (Местные Повестки Дня на 21 век) отдельных стран, которые могут быть действенным механизмом в реализации стратегии устойчивого развития.

Реализация Повестки Дня на 21 век в Республике Беларусь состояла в разработке *Национальной стратегии устойчивого развития (НСУР)* в 1997 году. Этот документ отражал, в основном, стратегию социально-

экономического развития республики на период до 2005 года, но практически не касался вопросов снижения антропогенного воздействия на окружающую среду. В связи с этим в 2004 году была проведена коррекция НСУР на период до 2020 года.

Основные положения НСУР - 2020:

- включение экологического императива в политические решения, переход производства к стратегии качественного роста под экологическим контролем, последовательная экологизация производства, основанная на *предотвращении загрязнения окружающей среды*, а не на ликвидацию последствий загрязнения;

-совершенствование хозяйственного механизма природопользования через отказ от затратного подхода, расширение системы платности использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды;

- экологически обоснованное размещение и развитие производительных сил с учетом возможностей природно-ресурсного потенциала;

-создание условий для формирования рынка экотехники, экотехнологий, экоуслуг;

- усиление правовой ответственности и экономических санкций за природоохранные нарушения;

- повышение уровня экологического образования и воспитания населения.

Для практической реализации основных положений НСУР - 2020 необходимо:

- снижение одновременного выброса SO_2 и NO_x за счет преимущественного сжигания природного газа и совершенствования технологии сжигания топлива;

- разработка и внедрение альтернативных источников энергии;

- разработка и внедрение безопасных, экологически чистых и эффективных технологий в промышленности;

- оснащение стационарных источников выбросов газоочистным оборудованием;

- выполнение международных соглашений по прекращению использования озоноразрушающих веществ;

- создание автоматизированной системы мониторинга загрязнений атмосферы;

- проведение мероприятий по более глубокой очистке сточных вод.

Для реализации основных положений концепции устойчивого развития необходима объективная оценка уровня антропогенного воздействия на окружающую среду, связанная с количеством потребленных природных ресурсов и энергии.

Физические условия для обеспечения устойчивого развития:

1. Производительный потенциал экосферы не должен систематически ухудшаться.
2. Вещества из литосферы не должны систематически накапливаться в экосфере.
3. Антропогенные вещества не должны систематически накапливаться в экосфере.
4. Использование ресурсов должно быть эффективным и правильным в соотношении с человеческими потребностями.

Биологические условия для обеспечения устойчивого развития:

1. Захоронение отходов и пополнение питательных веществ должно быть выполнено через утилизацию всех биогенных элементов.
2. Конечным источником энергии должен стать солнечный свет.
3. Потребление населения не должно превышать несущей способности планеты.
4. Биологическое разнообразие должно быть сохранено.

Существует давняя традиция по разработке методов **измерения использования ресурсов**. Эти данные использовались для различных целей, и только недавно они стали применяться для измерения устойчивости. Они

связаны с движением энергии, материальных потоков и использованием поверхности. В конце 1980-х и начале 1990-х годов, в основном в США, Японии, Германии и Швеции были инициированы и организованы исследования материальных потоков. В институте г. Вуппеталь (Германия) под руководством ученого Ф. Шмидта-Блика, была разработана методика по *анализу материальных потоков* (АМП), что стало подходящим инструментом для измерения устойчивости. Среднее потребление в Западной Европе составляет около 60 тонн на человека в год, причем цифра включает только твёрдые материалы, не учитывая воду и газообразные вещества. Значительная часть этих материалов - это невозобновимые ресурсы, в особенности, ископаемое топливо, а также материалы, полученные при добыче металлов. Данные для Польши составляют около 50 тонн, для США – 80 тонн.

В последнее время все более широкое распространение получает метод оценки устойчивости по *экологическому следу*. Ученые Ридс и Вакернагель (1990) понимают под экологическим следом территорию, которая необходима, чтобы обеспечить энергией и материей поддерживаемую систему и впитывать её отходы и загрязнения. Экологический след может ассоциироваться с индивидами, популяционными группами, промышленными предприятиями и обществами. Эта территория не обязательно совпадает с территорией заселённого региона, но она формирует индикатор экологической нагрузки или, лучше, использованных экологических услуг. След зависит от материальных стандартов и техники утилизации, качества и количества производства и потребления, экологической сознательности - социальных привычек и культурных предпочтений населения.

Экологический след имеет преимущество перед другими показателями, поскольку известно, сколько территории доступно населению планеты. За вычетом океанов, ледников и других бесплодных земель, на сегодня на планете имеется около 2 га на человека. Посчитанный след может, таким

образом, мгновенно быть соотнесён с доступной территорией, чтобы выявить переиспользование природных систем через экстенсивное использование земли и воды, так же как и материальный дефицит как результат продолжающейся деятельности. Он обеспечивает условия для практической оценки условий устойчивости. Очевидным примером является то, что экологический след на человека в богатых частях мира значительно больше, чем в неиндустриальных странах. Экономическая система не считает это чем-то важным, но в любом экологическом контексте это проблема первостепенной важности.

Тема 13. Особенности воздействия на окружающую среду различных производств (в зависимости от специальности)

Вопросы темы:

Характеристика особенностей воздействия предприятий отрасли на окружающую среду.

Виды и последствия воздействия предприятий отрасли на окружающую среду.

Современные мероприятия по снижению воздействия предприятий отрасли на окружающую среду. Применение более чистых производственных технологий в отрасли. Ресурсосбережение и энергоэффективность производств.

Негативное воздействие промышленности (включая энергетику) на природу заключается в двух аспектах — трансформации природных ландшафтов и загрязнении окружающей среды.

Трансформация природных ландшафтов выступала и выступает серьезной проблемой, нарушающей стабильность как отдельных природных комплексов, так и всей биосферы. Этот процесс проявляется в следующих направлениях:

- уничтожение естественных экосистем в результате техносферного преобразования ландшафта;
- трансформация природных экосистем под воздействием промышленных производств;
- нарушение рельефа и почвенного покрова.
- Наибольший ущерб природе в этом направлении наносят горнодобывающие предприятия, работы на которых ведутся открытым способом. При открытой разработке большая часть угодий занята под карьеры, глубина которых может достигать 400–500 м. Значительное количество породы после выборки руды или других ископаемых идет в

отвалы. Это негативно влияет на рельеф, уровень залегания грунтовых вод, почвенный покров, растительный и животный мир, даже климат.

В результате добычи полезных ископаемых происходит коренное изменение ландшафта, изменяются абиотические и биотические процессы, возникает новый техногенный рельеф. Это зачастую способствует сдвигу геологических пластов, что вызывает локальные землетрясения, провалы земли, изменение русла рек, снижение уровня грунтовых вод и другие опасные геологические последствия. Вызывает опасения и состояние природных комплексов в районе г. Солигорска у нас в стране, где уже зафиксирована негативная тенденция обеднения фауны и флоры в результате добычи калийной соли.

Трансформация ландшафта — неотъемлемая составляющая строительства и работы гидроэлектростанций. Это включает в себя изменение русла рек, строительство водохранилищ, плотин для регулировки стока воды, в результате чего затопливается большое число наземных экосистем. Изменение гидрологического режима реки негативно сказывается на речной фауне и флоре, зачастую выше по течению от плотин уничтожаются места нереста рыб. Плотина является непреодолимым препятствием для идущих на нерест рыб, если не построены обходные каналы. Все это снижает продуктивность рыбных запасов региона. Подобные проблемы касаются строительства и эксплуатации ГЭС не только на крупных реках, предполагающих значительное изменение ландшафта. Неоднозначно, как экологически безопасное, можно оценить строительство ГЭС на малых реках.

Промышленность вызывает самое значительное загрязнение окружающей среды среди всех видов хозяйственной деятельности, тем самым особенно чувствительно влияя на природу и здоровье человека. Основными источниками промышленного загрязнения являются:

- предприятия теплоэнергетики;

- предприятия тяжелой промышленности, в основном металлургические производства;
- предприятия химической промышленности;
- предприятия нефтеперерабатывающей промышленности;
- предприятия добывающей промышленности, в основном горнодобывающей и нефтедобывающей промышленности.

К основным веществам-загрязнителям промышленного происхождения относятся:

- оксиды углерода, как продукты сжигания углеродного топлива;
- оксиды азота и серы в качестве выбросов предприятий химической промышленности и теплоэнергетики;
- соединения тяжелых металлов (ртути, кадмия, мышьяка и других) в качестве выбросов предприятий энергетики, тяжелой, химической промышленности;
- радиоактивные вещества в качестве выбросов предприятий атомной и теплоэнергетики, тяжелой и химической промышленности;
- нефтепродукты в качестве выбросов предприятий теплоэнергетики, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности;
- синтетические моющие средства;
- твердые синтетические полимерные материалы (пластмассы) как отходы химической промышленности;
- фтористые и хлористые соединения в качестве выбросов предприятий химической промышленности;
- промышленная пыль;
- сажа.

Одними из основных источников загрязнения атмосферы выступают предприятия энергетики. Лидирующие позиции здесь занимают предприятия теплоэнергетики, на которых ежегодно сжигаются различные виды

углеродного топлива (нефти, газа, угля и т. д.). Производство электрической и тепловой энергии сопряжено с выбросами таких серьезных загрязнителей, как оксиды углерода, азота и серы. Сжигание на предприятиях углеродного топлива и последующий выброс в атмосферу CO_2 способствует образованию парникового слоя. Так, на ТЭС мощностью 1 000 МВт при сжигании мазута в год образуется 11 700 т оксида азота, а при использовании в качестве топлива угля — 20 880 т. При сжигании на теплоэлектростанции 5 000 т угля в атмосферу выбрасывается до 5 т из золы и более 3 т SO_2 , из которого, при благоприятных условиях, в атмосфере может образоваться до 5 т серной кислоты. Предприятия теплоэнергетики выбрасывают в окружающую среду и соединения тяжелых металлов, фтора, нефтепродукты, сажу и другие виды загрязнителей.

Сопутствует сжиганию твердого углеродного топлива и повышение радиационного фона, т. к. при сгорании, например, каменного угля в атмосферу выбрасываются радиоактивные вещества, которые затем попадают в водные и наземные экосистемы. Потенциальную угрозу окружающей среде представляют атомные электростанции, на которых даже при исключении утечки радиоактивных веществ сохраняется проблема хранения и утилизации радиоактивных отходов и сохраняется угроза катастрофы, подобной Чернобыльской.

С работой теплоэлектростанций связано и тепловое загрязнение окружающей среды. Особенно страдают от него водные экосистемы. Сброс теплых вод круглый год ведет к нарушению теплового баланса водного объекта, изменению видовой структуры биоценоза, нарушению экосистемных процессов. Примером такого негативного изменения является озеро Белое в Брестской области, которое, по сути, превращено в водоем-отстойник, куда сбрасываются воды от станции. Озеро по своим гидрологическим показателям приближается к тропическим водоемам, что не может не сказаться на состоянии живой составляющей экосистемы.

Одним из основных загрязнителей окружающей среды являются металлургические предприятия. При работе в доменной печи выделяются оксиды углерода, азота и серы, соединения свинца, сурьмы, мышьяка, фосфора, пары ртути, цианистый водород и различные смолы. Высокое содержание в воздухе оксидов серы и азота является причиной выпадения кислотных дождей, приводящих к серьезным нарушениям экологической обстановки в биосфере, особенно страдают от них лесные и водные экосистемы. Так, при выплавке 1 т чугуна в воздух выбрасывается около 3 кг сернистого газа, 0,1–0,6 кг марганца. При агломерационных процессах в воздух выбрасываются пыль, сернистый газ и оксиды углерода. В результате переработки сульфидных руд, содержащих до 10% серы, в атмосферу может выбрасываться до 190 кг сернистого газа на 1 т переработанной руды. В пыли содержатся соединения железа, марганца, кальция, магния, алюминия, титана, ванадия и др. Предприятия цветной металлургии также являются поставщиками твердых частиц, сернистого ангидрида и соединений мышьяка. При использовании несовершенных технологий для получения 1 т алюминия расходуется от 38 до 47 кг фтора, а в атмосферу, в зависимости от мощности электролиза, выбрасывается значительное количество фтора (до 65%).

Все предприятия металлургии являются водоемкими, поэтому потребляют огромное количество воды, возвращая в природу не всегда чистую воду. Отработанная вода металлургических производств содержит соединения тяжелых металлов, радиоактивные вещества, целый ряд токсичных соединений (никеля, меди, мышьяка, фтора, цианиды), которые вызывают не только гибель животных, растений и других организмов, но и создают реальную угрозу здоровью человеку.

Предприятия химической промышленности являются поставщиками в окружающую среду оксидов углерода, азота и серы, сернистого ангидрида, аммиака, сероводорода, сероуглерода, соединений тяжелых металлов, синтетических органических веществ (хлорированные алифатические

углеводороды, ацетон, смолы и т. д.), промышленной пыли. Влияние химической промышленности на окружающую природу отличается не только значительными масштабами загрязнения, в том числе и токсичными веществами, но и появлением большого числа новых синтетических веществ, которые не участвуют в круговороте веществ в биосфере.

В результате выбросов продуктов сгорания пластификаторов и других пластмасс образуются стойкие токсичные кислоты. Много вредных веществ выбрасывается в атмосферу при производстве серной и фосфорной кислот, суперфосфата, аммофоса и др. Так, при производстве фосфорной кислоты в газовую фазу переходит 60% фтора (фтор выделяется и при производстве суперфосфата). Соединения фтора являются сильным ядом для всего живого и, особенно, для растений. В отличие от сернистого газа, он обладает кумулятивным действием, т. е. способен накапливаться в организме в течение длительного времени.

Серьезно стоит сейчас и проблема твердых промышленных отходов (пластмасс, металлических порошков, формовочного грунта, содержащего радиоактивные и токсичные вещества и т. п.). Только в Беларуси под объекты с промышленными отходами занято более 2 000 га земель. В Европе суммарная масса промышленных и бытовых отходов приближается к 15 млрд. т.

В результате нарушений технологии и экологических требований предприятия нефтеперерабатывающей промышленности также могут наносить значительный вред природе. Так, при производстве искусственного каучука в окружающую среду могут попадать ацетон, который является канцерогеном, стирол, дивинил, толуол, изопрен и другие далеко небезопасные вещества. Серьезной проблемой остается и утечка с подобных производств нефтепродуктов в прилегающие экосистемы. Суммарный результат выбросов на нефтепромыслах, переработке и транспортировке дает в год 1 г нефтепродуктов на каждые 100 м² поверхности вод.

Разрушительное воздействие на природу оказывает добывающая промышленность, способствующая не только трансформации ландшафта, но и поставляющая в окружающую среду промышленную пыль, содержащую различные токсичные вещества, включая соединения марганца, мышьяка и другие. Ежегодно в атмосферу в результате горных разработок поднимается более 200 000 т пыли. Мировая добыча угля сопровождается ежегодным выбросом 27 млрд. м³ метана и 17 млрд. м³ углекислого газа, что вносит значительную долю в накопление парниковых газов. Все это приводит к изменению химического состава воды и почвы, что негативно сказывается на жизнедеятельности природных сообществ, в частности, на процессе круговорота веществ.

Сильно загрязняют окружающую среду предприятия строительной индустрии (производство цемента, бетона, асбеста, стекла, деревообрабатывающие комбинаты и другие), в первую очередь, промышленной пылью. Она не только содержит вредные для организмов веществ, но при больших количествах вызывает нарушение процесса фотосинтеза у растений, процессов дыхания у животных и человека, повреждая слизистую оболочку дыхательных путей, провоцирует аллергические реакции.

Значительное количество вредных веществ поступает от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности (производство целлюлозы, уксусной кислоты, этилацетата, бутилацетата и др.). Так, при выпуске 1 т целлюлозы попадает в окружающую среду до 19,6 кг серы и 38 кг щелочи.

Печально известный Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат ежедневно до недавнего времени, когда было принято решение об использовании на нем замкнутых циклов использования воды, сбрасывал в воды Байкала около 30 т серной и 60 т соляной кислоты, что приводило к гибели ракообразных, рыб, байкальских нерп и других представителей уникальной фауны озера.

Лабораторная работа

Расчет экономической эффективности проведения мероприятий по борьбе с физическими загрязнениями окружающей среды.

Цель работы:

Изучить основные источники физического загрязнения атмосферы и методику расчета экономической эффективности мероприятий по борьбе с ним, к основным физическим загрязнителям окружающей среды относятся шумовое и электромагнитное загрязнение.

Источники шумового загрязнения, его воздействие на живые организмы и меры борьбы с ним.

Звук называют механические колебания, которые воспринимаются слуховым аппаратом человека - от 16 до 20 тысяч колебаний в секунду. Колебания большей частоты называют ультразвуком, меньшей - инфразвук. Шум - это громкие звуки, слившиеся в нестройное звучание.

Шум - один из опасных загрязнителей атмосферы. Он, как правило, непостоянен, не накапливается, не переносится на большие расстояния. Вместе с тем шум снижает качество жизни и наносит вред здоровью человека: вызывает головные боли, повреждение органов слуха, нервные расстройства, сужение кровеносных сосудов и, как следствие, увеличение артериального давления.

Кроме того, шум является фактором беспокойства для животных. Звуковые волны способствуют оползням, селям и лавинам в горах, ускоряют разрушение построек.

Измеряется шум в децибелах (дБ).

Децибелы (дБ)	Источники шума
10	шелест листьев и волны прибоя
40	тихая музыка в жилом помещении
60	нормальная речь
70	работа телевизора со средней громкостью
80	шумная улица, гудок автомобиля, шум трамвая
110	работа мотоцикла или отбойного молотка
130	рев реактивного двигателя самолета
140	болевого предел для человека

Звуковое давление - избыточное над давлением среды. Минимальное звуковое давление, воспринимаемое ухом человека, называется пороговым. Для оценки шума введена величина, называемая уровнем шума (звука), и которая характеризуется отношением интенсивности в данном месте к пороговой и берется в логарифмических единицах:

$$L = \lg \frac{I}{I_0} \text{ (Б)} \quad \text{или}$$

$$L = 10 * \lg \frac{I}{I_0} \text{ (дБ)}$$

Санитарные нормы устанавливают предельно допустимые уровни (ПДУ) звука (звукового давления) для различных зон и в разное время суток.

Шум от конкретных движителей согласно стандарту, измеряется на расстоянии 7,5 м от осевой линии движения. На этом расстоянии уровни шума от единичных легковых и грузопассажирских автомобилей должны быть не более 77 дБ, автобусов — 83 дБ, грузовых -- 84дБ, самых тяжелых мотоциклов — 85 дБ.

Основным методом борьбы с шумом на транспорте является улучшение конструкции машин, более жесткие технологические требования, особенно:

уменьшение дисбаланса роторов;

установка глушителей;

переход на электротягу,

улучшение стыковки рельсов (для рельсового транспорта), установка амортизирующих прокладок, гребнесмазывателей и др.

Для нивелирования действия стационарных регулируемых шумовых источников, например аэропортов при невозможности отселения жителей, применяют следующие меры:

тройное остекление окон с отдельными переплетами. При закрытых окнах шум уменьшается в 2,5 раза;

оптимальное размещение предприятий;

создания объездов, развязок — на основе шумовых карт;

градостроительные мероприятия: уменьшенное остекление домов вдоль транспортных магистралей, применение отдельных оконных переплетов, увеличение плотности естественных и искусственных экранов; посадка зеленых насаждений. Установлено, что два ряда среднерослых деревьев, высаженных на расстоянии 50 м от здания, уменьшают шум примерно на 20 дБ. Лесопосадки вдоль железной дороги снижают шум на 0,1—0,2 дБ на метр ширины насаждений (а для плотных зеленых изгородей даже на 0,5 дБ на один метр).

Электромагнитное загрязнение возникает в результате изменений электромагнитных свойств среды, приводящих к нарушениям работы электронных систем и изменениям в тонких клеточных и молекулярных биологических структурах. Естественные изменения в электромагнитном фоне (при изменении солнечной активности, магнитных "бурях" и др.) называют электромагнитными аномалиями. В последнее время, в связи с широчайшим развитием электронных систем управления, передач, связи, электроэнергетических объектов на первый план вышло антропогенное электромагнитное загрязнение — создание искусственных электромагнитных полей (ЭМП). Их влияние на нашу жизнь многообразно, но недостаточно изучено. Известен случай полного нарушения движения поездов в Японии под влиянием внешних ЭМП. Другой пример — остановка сердца у человека с электростимулятором ритма, попавшего в зону работы самодельного радиопередатчика. Под Ижевском в двух бараках под опорами ЛЭП среди нескольких сотен человек, длительно проживающих здесь, зафиксирована аномально высокая смертность от рака, туберкулеза и сердечно — сосудистых заболеваний.

Любое ЭМП характеризуется векторами напряженности электрического E и магнитного H полей. Однако для различных вариантов ЭМП степень их влияния на биологические объекты может быть разной. Если ЭМП обусловлено неподвижными зарядами, то оно является электростатическим. Определяющим здесь является напряженность поля E , так же, как и для

источников постоянного тока или вблизи проводников, передающих электроток высокого напряжения (более нескольких киловольт). Для них проявление электрической составляющей выше магнитной. Наоборот, для катушек с большим "числом витков, для одиночных проводников с постоянным током большой силы (в сотни ампер) относительное проявление магнитной составляющей выше электрической.

Для электромагнитных полей от источников, работающих на переменных электрических токах частотой до 300 МГц, учитываются электрическая и магнитная составляющие. Этот диапазон охватывает установки промышленной частоты (50 Гц), а также радиопередающие телевизионные устройства различных диапазонов; низкой частоты (114 — 30 — 300 кГц), средней (СЧ — 300 кГц — 30 МГц); очень высокой (ОВЧ — 30 — 300 МГц). В этих случаях необходимо определять напряженность магнитного поля H в амперах на метр и напряженность электрического поля E в вольтах на метр. Для более высоких частот диапазона УВЧ (300 — 3000 МГц), СВЧ (3 — 30 ГГц) и КВЧ (30 — 300 ГГц), как и для оптического излучения, используется плотность потока энергии J в ваттах на квадратный метр. К источникам таких излучений относятся многие передающие и технологические установки (радиолокационные, телевизионные) и бытовые приборы (нагреватели и др.). Напряженность электрического поля E (кВ/м) от 0,5 (внутри жилых зданий), 1 (на территории жилой застройки) и 5 (в ненаселенной местности, часто посещаемой людьми) и 20 (в труднодоступной местности) принимается в качестве ПДУ для ЭМП воздушных линий электропередач переменного тока промышленной частоты. При этом для всех случаев при $E > 1$ должны быть приняты меры, исключающие воздействие разрядов и токов стекания на человека.

Величины ПДУ определяют по величине опасного уровня плотности наведенных в теле человека токов — 10 мА/м².

Основной мерой защиты для этих случаев является соблюдение нормативов времени пребывания работников и санитарно — защитных зон (СЗЗ) в зоне

ВЛ (высоковольтных линий) и подобных источников. Например, в зоне с напряженностью 10 кВ/м разрешается находиться не более 3 часов, а при 20 кВ/м — не более 10 минут в день. СЗЗ устанавливаются в виде расстояния от проекции на землю крайних фазовых проводов для напряжения ВЛ: для 1150 кВ — 300 м; 110 кВ — 20; до 20 кВ — 10м. Причем допускается уменьшение этих расстояний для сельской местности и самых высоких напряжений почти в 6 раз при условии ограничения времени пребывания и других специальных мер.

Недостаточное внимание к ВЛ чревато неприятными последствиями. В 70-х гг. исследователи установили связь между лейкозом у детей и воздействием напряженности ВЛ - одновременно в США и Швеции. При этом отмечен высокий уровень магнитной индукции - 0,3 и более мкТл. Для снижения электрической составляющей поля в этих зонах предложено заземлять металлические крыши, на неметаллические устанавливать заземленные сетки. На открытой местности применять тросовые экраны, железобетонные заборы, высаживать деревья высотой более 2 метров и др.

Предельно допустимые уровни ЭМП достаточно подробно разработаны в санитарных нормах и правилах и постоянно корректируются. Причем эти нормативы, как правило, существенно различны для жилых застроек (ПДУз) и жилых помещений (ПДУж):

Кроме того, для типовых передающих радио- и телевизионных станций нормативами (по нормам 1984 г.) устанавливаются санитарно-защитные зоны в зависимости от рабочей частоты и выходной мощности. Так, для радиопередатчиков от 5 до 1000 кВт ВЧ нормативами оговариваются размеры СЗЗ от 10 до 2500 м, состоящий из зоны строгого режима с напряженностью на границе 20 В/м и зоны ограниченного пользования — до 4 В/м на внешней границе.

Таким образом, основными мерами защиты от ЭМП являются нормативы по расстоянию, времени пребывания и, в некоторых случаях, — экраны. Но, научно обоснованные пределы воздействия ЭМП для достаточно

распространенных в быту и промышленности приборов и аппаратов до сих пор не разработаны. К ним можно отнести мониторы компьютеров, телевизоры и т. п. Так, мониторы не только являются источниками рентгеновского, ультрафиолетового, инфракрасного излучения, но и ЭМИ в диапазоне частот до 300 МГц, а также электростатического поля. По обобщенным данным бюро трудовой статистики США, у работающих за мониторами от 2 до 6 часов в сутки нарушения центральной нервной системы происходят в 4,6 раза чаще, чем в контрольных группах, сердечнососудистые заболевания — в 2 раза и т. п.

Постоянная работа с дисплеями может вызывать астенопию (зрительный дискомфорт), проявляющийся в покраснении век и глазных яблок, затуманивании зрения, утомлении, появлениях нервно-психических нарушений и др. Нормы устанавливают требования к продолжительности работы на мониторах, организации рабочих мест, освещению помещений и микроклимату для взрослых пользователей, студентов и детей. Выполнение этих требований позволит не допускать появления серьезных отклонений здоровья пользователей ПЭВМ. Эти нормативы следует иметь в виду и при пользовании телевизорами, хотя формально данный СанПиН специально оговаривает исключение бытовых телевизоров и телеигровых автоматов из рассмотрения. Вместе с тем в РФ (по инициативе Центра электромагнитной безопасности) начали защищать пользователей от ЭМП, создав дополнительный металлический корпус, замыкающийся на встроенный защитный экран. Это позволяет резко снизить электрическую напряженность поля, сделать работу сравнительно безопасной.

Для оценки уровня шумового загрязнения используются следующие понятия:

Годовое дневное расчетное время («дневное время») - объединение всех промежутков времени от 7 -00 до 23-00 по местному времени в течение года. Величины относящиеся к дневному времени помечаются нижним индексом «д».

Годовое ночное расчетное время («ночное время») - все оставшееся время в течение года Величины, относящиеся к ночному времени помечаются нижним индексом «н».

L_A экв.н. (д) - эквивалентный уровень звука, измеренного в децибелах с корректировкой по шкале «А» стандартного шумомера, для краткости обозначается просто $L_{н(д)}$

Расчетная территория, или территория регулирования шума, - совокупность жилых помещений либо участок жилой застройки (микрорайон и т.д.), где уровень шума подлежит регулированию.

Вкладом того или иного **источника шума (ИШ)** в значение какой-либо величины при совместном действии различных источников шума называется разность между фактическим значением этой величины и тем значением, которое она имела бы при условии, что данный ИШ полностью отключен.

Для расчета экономической эффективности вначале определяется экономическая оценка годового ущерба причиняемого населению шумами до и после проведения противошумовых мероприятий.

Экономическая оценка годового ущерба причиняемого населению шумами от совокупности всех источников в условиях жилых помещений равна:

$$Y_{\text{общ.}} = Y_{\text{н.общ.}} + Y_{\text{д.общ.}} \quad (1)$$

$$Y_{\text{н.общ.}} = \gamma \sum_{L_n}^{\text{L}_{\text{нmax}}} A(L_n) \cdot N_n, \text{ где} \quad (2)$$

Y_n - экономическая оценка годового ущерба причиняемого населению шумами, действующими на людей в ночное время в условиях жилых помещений (у.е./год)

γ - множитель, имеющий размерность 2 у.е. / (чел.год)

N_n - количество людей проживающих на расчетной территории в комнатах, в которых суммарный эквивалентный уровень звука от всех источников шума при осреднении за годовое дневное время имеет в дБ значение L_n

$A(L_n)$ - безразмерная величина, значение которой для данного уровня шума представлено в таблице 1.

$$Y_{д.общ.} = \gamma \sum_{L_n}^{L_nMAX} A(L_n) \cdot N_n \quad , \text{где} \quad (3)$$

Y_n - экономическая оценка годового ущерба причиняемого населению шумами, действующими на людей в дневное время в условиях жилых помещений у.е./год

γ - множитель, имеющий размерность руб./ (чел.год)

N_n - количество людей проживающих на расчетной территории в комнатах, в которых суммарный от всех источников шума эквивалентный уровень звука при осреднении за годовое дневное время имеет в дБ значение L_n

$A(L_n)$ - безразмерная величина, значение которой для данного уровня шума представлено в таблице 1

Расчет экономического ущерба вызываемого конкретным регулируемым источником шума проводится по формуле:

$$Y_j = (Y_{(общ\j)}) - Y_{общ} \quad , \text{где} \quad (4)$$

J - регулируемый источник шума

$Y_{общ}$ - экономическая оценка годового ущерба без учета регулируемого источника шума, рассчитывается по формуле 1.

$Y_{(общ\j)}$ - экономическая оценка годового ущерба от совокупности всех источников шума, рассчитывается по формуле 1

Величина экономического ущерба вызываемого источником шума в ночное и дневное время рассчитывается соответственно по формулам 2 и 3.

Снижение экономического ущерба после проведения противошумовых мероприятий определяется как:

$$\Delta Y = Y_{j(d)} - Y_{j(n)} \quad \text{где (5)}$$

$Y_{j(n)}$ - экономический ущерб от регулируемого источника после проведения мероприятий

лая

$Y_{j(d)}$ - экономический ущерб от регулируемого источника до проведения мероприятий

Экономическая эффективность затрат означает их результативность, то есть соотношение между результатами и обеспечившими их затратами.

Экономический эффект \mathcal{E} , или результат природоохранных затрат представляет собой предотвращенный экономический ущерб и в нашем случае будет приблизительно равен

$$\mathcal{E} = \Delta Y$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность затрат экологического характера рассчитывается как отношение годового объема полного экономического эффекта к сумме вызвавших этот эффект совокупных (приведенных) затрат

$$\mathcal{E}_3 = \mathcal{E} / (C + Y + E_n * K) \quad \text{, где (6)}$$

\mathcal{E}_3 - общая эффективность природоохранных затрат

\mathcal{E} - полный годовой эффект

C - текущие затраты

E_n - норматив эффективности капитальных вложений

K - капитальные вложения обеспечившие эффект

Норматив E_n служит для приведения капитальных вложений к годовой размерности.

$E_n = 1/T$, где T - срок окупаемости капитальных вложений.

При среднем сроке окупаемости по народному хозяйству за последние годы равном 8,3 года норматив эффективности капитальных затрат устанавливается в размере 0,12.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность капитальных вложений в средозащитные мероприятия \mathcal{E}_k , определяется путем деления годового объема полного экономического эффекта за вычетом эксплуатационных расходов на содержание и обслуживание средозащитных объектов, на величину капитальных вложений обеспечивших этот результат.

$$\mathcal{E}_k = (\mathcal{E} - C) / K \quad (7)$$

Срок окупаемости природоохранных мероприятий рассчитывается по формуле:

$$T = 1 / \mathcal{E}_k, \text{ где} \quad (8)$$

T - срок окупаемости, лет

\mathcal{E}_k - общая экономическая эффективность капитальных вложений.

Задание. Рассчитайте экономическую эффективность проведения противозумовых мероприятий в условиях густонаселенного города.

Исходные данные представлены в таблице 2. Варианты задания выдаются преподавателем. Регулируемым источником шума является проходящая вблизи населенного пункта автомагистраль. Установлено, что после ввода автомагистрали в эксплуатацию уровень шума в жилых близлежащих кварталах, как в дневное, так и в ночное время вырос на определенную величину, которая зависит от месторасположения жилого помещения. Сложившаяся ситуация потребовала проведения специальных противозумовых мероприятий, для чего необходимы определенные капитальные (K) и текущие (\mathcal{E}) затраты.

Таблица 1. Зависимость коэффициентов экономического ущерба от уровня шумового загрязнения.

L_n , дБ(экв.)	$A(L_n)$, (безразм.)	L_d дБ (экв.)	$A(L_d)$
25	0.6	25	0.4
26	1.4	26	0.8
27	2.2	27	1.2

28	3.1	28	1.7
29	4.1	29	2.2
30	5.2	30	2.7
31	6.5	31	3.3
32	7.8	32	3.9
33	9.4	33	4.6
34	11.1	34	5.3
35	12.9	35	6.0
36	15.0	36	6.8
37	17.3	37	7.7
38	19.8	38	8.6
39	22.7	39	9.6
40	25.9	40	10.7
41	29.4	41	11.9
42	33.3	42	13.1
43	37.6	43	14.4
44	42.4	44	15.8
45	47.7	45	17.3
46	53.6	46	19.0
47	60.2	47	20.7
48	67.4	48	22.6
49	75.5	49	24.6
50	84.4	50	26.7

Таблица 2. Исходные данные для расчета экономической эффективности проведения комплекса противошумовых мероприятий.

Вариант	Уровень шума до строительства (дБ)		Уровень шума после строительства (дБ)		Уровень шума после мероприятия (дБ)		К у.е.	С у.е	Число жителей в квартале
	день	ночь	день	ночь	день	ночь			
1	35	26	48	39	38	30	113677	9167	550
1	37	28	50	41	40	32	119361	9623	490
3	33	25	46	37	36	28	107814	8641	780
4	31	25	43	35	34	27	102310	8251	510

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Воронков, Н.А. Экология общая, социальная, прикладная / Н.А. Воронков. - М.: Агар, 2008. – 432 с.
2. Коробкин, В.И. Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский . - 5-е изд., доп. и перераб.. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. - 602 с.
3. Маврищев, В.В. Основы общей экологии / В.В. Маврищев. -Минск.: Вышэйшая школа, 2007. – 447 с
4. Лось, В.А. Экология / В.А. Лось. -М.: Экзамен, 2006. – 480 с.
5. Гарин, В.М. Экология для технических вузов: учебное пособие / В.М. Гарин [и др.]; под общ. ред. В.М. Гарина. - 2-е изд., доп. и перераб. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. - 383 с.
6. Гальперин, М.В. Основы экологии / М.В. Гальперин. - М.: Форум-Инфра, 2006. – 326 с.
7. Миллер, Т. Жизнь в окружающей среде: В 3-х т.: Пер. с англ. / редкол.: Г.А. Ягодина (гл. ред.) [и др.]. - М.: "Прогресс - Пангея", 1993-1995

Дополнительная литература

1. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. 2007 год / Под ред. [В.Ф. Логинова](#) Мн.: 2008 – 358 с.
2. Донской, Н.П. Основы экологии и экономика природопользования / Н.П., Донской, С. А. Донская. - Мн.: УП "Технопринт", 2000. - 308 с.
3. Национальная стратегия социально – экономического устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2020 г. – Мн: 2004.
4. Национальный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Беларусь. -Мн.: 2003, 2005 , 2007 г.
5. Национальный отчет о развитии. Беларусь: среда для человека. - Мн.: 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008.
6. Наше общее будущее//Доклад международной комиссии по окружающ

среде и развитию. -М.: Прогресс, 1989.

Источники на иностранных языках

1. G.Tyler Miller, Scott Spoolman. Living in the Environment: Principles, Connections, and Solutions. – USA – 2008. - 661p.
2. Lars Ryden, Pawel Migula, Magnus Andersson. Environmental Science. The Baltic University Press, Uppsala, 2003 – 824 p.
3. Jorgensen S.E. Fath B.D. A New Ecology. Elsevier, 2007 – 327 p.
4. Essential Environment: The Science Behind the Stories by Jay H. Withgott, Scott R. Brennan, Jay Withgott - 2009 456 p.
5. Environment. Peter H. Raven Hardcover, Wiley, John & Sons, - 2009 656 p.

Интернет-ресурсы

Белорусские сайты по экологической тематике

1. [www. minpriroda.by](http://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
4. www.climate-by.com - сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь для информационного сопровождения деятельности Республики Беларусь по РКИК и Киотскому протоколу
5. <http://www.soz.minpriroda.by>- сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь по реализации Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях в Республике Беларусь
6. <http://rad.org.by> - сайт ГУ "Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды"

7. <http://biosafety.org.by> - сайт Национального координационного центра биобезопасности Республики Беларусь.

8. <http://ozone.bsu.by> - сайт Национального научно-исследовательский центра мониторинга озоносферы БГУ

Зарубежные русскоязычные сайты по экологической тематике

1. <http://www.priroda.ru> - Российский "Национальный портал Природа".

2. <http://www.ecoport.ru> - "Всероссийский Экологический Портал"

3. <http://www.mnr.gov.ru> - сайт Министерства природных ресурсов Российской Федерации.

4. <http://www.menr.gov.ua> - сайт Министерства ООС среды Украины.

http://www.ulrnc.org.ua/index_ru.html - сайт Украинского Центра