

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ

## ***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

по выполнению практических работ  
по дисциплине «Экология»  
для студентов очной/заочной формы обучения  
направления подготовки  
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Невинномысск 2020

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины «Экология». Указания предназначены для студентов очной/заочной формы обучения направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Содержат основные разделы изучаемого теоретического материала, перечень вопросов необходимых для проработки, а также список рекомендуемой литературы.

*Составители*

*Т.С. Чередниченко, канд.хим.наук*

*К.С. Сыпко, ассистент.*

*Отв. редактор*

*А.Л. Проскурнин, канд.хим.наук, доцент.*

## Содержание

Введение .....	4
Тема 1. Основы общей экологии.....	5
Тема 2. Основы прикладной экологии.....	16

## **Введение**

Решение экологических проблем в современном мире невозможно без понимания объективных законов развития природы и общества. «Экология» изучает эти законы, которые дают ключ к управлению в области охраны окружающей среды.

Формирование экологического мировоззрения и способность анализировать последствия антропогенной деятельности помогают рационально использовать природные ресурсы и разрабатывать мероприятия по охране природы и экологической безопасности.

Дисциплина «Экология» относится к дисциплине базовой части. Она направлена на формирование компетенций обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Методические указания составлены на современном научном уровне и рассчитаны на студентов, по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Последовательность тем соответствует логической структуре ее прохождения. Предлагаемые методические указания содержат материал, который рекомендуется использовать студентам при подготовке к практическим занятиям.

Для подготовки к практическим занятиям студент должен изучить материал по соответствующей теме, используя основную и дополнительную литературу, а так же используя периодические издания СМИ.

## **ТЕМА 1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ**

### **Практическое занятие 1. Экология как наука. Факторы среды и экология популяций**

**Цель занятия:** Рассмотреть экологию как науку, цель и задачи, объект изучения. Рассмотреть виды экологических факторов и их воздействие на живой организм.

Современная экологическая обстановка такова, что перед всеми кто осуществляет научно – технический прогресс и использует его достижения, встало неотложное объективное требование: строго учитывать ранимость природы, не допускать превышения пределов возможности восстановления природных процессов, всесторонне и глубже изучать и знать сложные, диалектически взаимосвязанные природные явления, не обострять негативные противоречия с естественными закономерностями, чтобы не вызвать необратимых процессов в окружающей среде, именно поэтому весьма актуальна.

#### **Теоретическая часть**

Экология – наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и с окружающей их природной средой, а также структуру и организацию биологических систем различного уровня (популяции, биоценозы, экосистемы).

Основной целью экологии как науки является обеспечение сохранения видового разнообразия в биосфере.

Задачи, стоящие перед экологией, являются этапами достижения основной цели. Таким образом, основными задачами экологии являются:

#### **1. Рациональное использование природных ресурсов.**

Природные ресурсы – это явления и предметы окружающей среды, которые человек использует в своих целях.

В настоящее время существует большое количество классификаций природных ресурсов. В зависимости от технического и технологического совершенства процессов извлечения и переработки природных ресурсов, экономической рентабельности, а также с учетом сведений об объемах природного сырья выделяют две категории природно-ресурсных запасов:

- доступные (реальные или доказанные) запасы – объемы природного ресурса, обнаруженные современными методами разведки, экономически рентабельные для освоения и технически доступные;
- потенциальные (общие) ресурсы – ресурсы, помимо доступных, установленные на основе теоретических расчетов, включая те, которые в настоящее время нельзя освоить по экономическим или техническим

соображениям (например, запасы пресной воды в ледниках, залежи бурого угля на больших глубинах). Поэтому потенциальные ресурсы еще называют «ресурсами будущего».

*Классификация по видам хозяйственного использования.*

– ресурсы сельскохозяйственного производства – включают в себя животные, земельные, водные, растительные и энергетические ресурсы;

– ресурсы промышленного производства – включают в себя все виды сырья, используемого промышленностью: энергетические (горючие полезные ископаемые, ядерная энергия, гидроэнергоресурсы) и неэнергетические (ресурсы металлургии, химии и нефтехимии, лесопереработки и т. п.).

*Классификация по происхождению:*

– минеральные;

– климатические;

– водные;

– земельные;

– почвенные;

– биологические (растительные и животные).

*Классификация по признаку исчерпаемости:*

– *исчерпаемые* – ресурсы, запасы которых ограничены. Они, в свою очередь, подразделяются на две группы:

а) *исчерпаемые невозобновимые* – ресурсы, восстановление которых не происходит вовсе или скорость восстановления, которых очень мала по сравнению со скоростью их потребления.

б) *исчерпаемые возобновимые* – ресурсы, скорость восстановления которых соизмерима со скоростью их потребления.

– *неисчерпаемые* – это ресурсы, запасы которых можно условно считать неограниченными.

2. Воспроизводство природных ресурсов в естественных условиях.

3. Поддержание качества окружающей среды.

Данная задача связана с тем, что антропогенное воздействие на окружающую среду достигло глобальных масштабов. Для поддержания ее качества на необходимом для существования человечества уровне необходим научный подход. Именно поэтому ведется поиск альтернативных источников энергии.

Экологический фактор – отдельные свойства или элементы окружающей среды, оказывающий прямое или косвенное воздействие на живые организмы, или любое условие, на которое организм отвечает приспособительными реакциями.

Многообразие экологических факторов подразделяют на две большие группы: абиотические и биотические.

Абиотические факторы – это совокупность свойств неживой природы, прямо или косвенно влияющие на живые организмы.

Биотические факторы – это прямое или опосредованное влияние жизнедеятельности одних живых существ на другие.

Основными абиотическими экологическими факторами являются: 1. Климатические факторы: солнечный свет; температура; влажность; ветер; давление атмосферы; 2. Эдафические факторы (факторы почвы); 3. Орографические (географические) факторы; 4. Гидрографические (гидрологические) факторы; 5. Пирогенные факторы.

Многообразие отношений между организмами можно разделить на два основных типа: антагонистические и неантагонистические. 1. Антагонистические (антибиоз): хищничество, паразитизм, конкуренция. 2. Неантагонистические: нейтрализм; симбиоз; мутуализм; протокооперация; комменсализм.

Диапазон любого экологического фактора, наиболее благоприятный для жизнедеятельности, называется *экологическим оптимумом*. Крайние участки кривой, выражающие состояние угнетения при недостатке или избытке фактора, называются *экологическим пессимумом*. Максимальное и минимальное значение фактора, при котором наступает гибель организма, называется *экологическим максимумом и экологическим минимумом*.

Способность организмов адаптироваться (приспосабливаться) к разнообразным условиям окружающей среды называется *экологической пластичностью (валентностью)*.

В 1840 г. немецкий химик Юстус Либих впервые сформулировал закон лимитирующего фактора, со следующей формулировкой: рост и развития живых организмов зависят от факторов, значение которых приближается к экологическому минимуму.

В 1913 г. Шелфорд сформулировал «закон толерантности». Он гласит: «Лимитирующим фактором, ограничивающим рост и развитие организма, может быть, как минимум, так и максимум экологического воздействия».

Вид – элементарная структурная единица в системе живых организмов, представляющая собой совокупность особей, обладающих сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным экологическим факторам. Каждый вид занимает в природе определенную территорию – ареал.

Каждый вид отличаются друг от друга определенными признаками, среди которых различают морфологический (сходство внутреннего и внешнего строения), генетический (определенный набор хромосом), физиологический (сходство процессов жизнедеятельности), географический (определенная территория (ареал), занимаемый видом) и экологический (совокупность факторов внешней среды, в которой существует вид).

Популяция – это совокупность особей одного вида, находящихся во взаимодействии между собой и длительное время занимающих общую территорию. Основными характеристиками популяции являются: пространственные (статические) и временные (динамические).

### **Вопросы и задания:**

#### **Базовый уровень**

1. Что такое экология? Кто ввел в науку термин «экология»?
2. Сформулируйте цель и основные задачи современной экологии.
3. Приведите классификацию природных ресурсов.
4. Какие существуют альтернативные источники энергии?
5. Назовите объекты экологии.
6. Современная экология как разветвленная система наук. Охарактеризуйте каждую отрасль экологии.
7. Опишите каждый уровень организации жизни.
8. Какие существуют методы экологии?
9. Математическое моделирование как основа современного экологического прогнозирования.
10. Что такое среда обитания, и какие среды заселены организмами?
11. Какая область экологии изучает экологические факторы и их влияние на живые организмы?
12. Что называется экологическим фактором?
13. Что такое экологическая адаптация?
14. Какие факторы среды относят к абиотическим и биотическим?
15. Приведите существующие классификации экологических факторов.
16. Охарактеризуйте основные абиотические экологические факторы.
17. Приведите классификации биотических факторов.
18. Что такое экологический оптимум и экологический пессимум, экологический максимум, экологический минимум?
19. Изобразите кривую зависимости жизнедеятельности организма от количественного значения экологического фактора.
20. Что такое экологическая пластичность (валентность)?
21. Какие типы организмов различают по пластичности?
22. Изобразите схематично выносливость организмов.
23. Как формулируется закон минимума? Какие существуют к нему уточнения?
24. Сформулируйте закон толерантности. Кто установил эту закономерность?
25. Что такое вид?
26. Дайте определение популяции и ее характеристик.

#### **Повышенный уровень**

1. Характеристика экологической обстановки в Ставропольском крае.

2. Составьте схему классификации природных ресурсов с характеристикой каждого компонента.
3. Составить блок-схему, отражающую классификацию экологических факторов.
4. Экологическая ниша организма. Правила экологической ниши.

#### **Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме**

##### **Основная литература:**

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

##### **Дополнительная литература:**

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

##### **Интернет-ресурсы:**

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

#### **Практическое занятие 2. Экология сообществ. Экологическая система**

**Цель занятия:** Изучить понятие биоценоз и его структуру.

Обострение экологических отношений природы и общества, осознание необходимости их гармонизации в долгосрочной перспективе носят не только глобальный характер, но и проявляются в локальных экосоциосистемах, именно поэтому данная тема **актуальна**.

#### **Теоретическая часть**

*Биоценоз* (от гр. *bios* – жизнь, *koinos* – общий) – совокупность живых организмов, обитающих на данной территории и тесно связанных между собой пищевыми связями. Территория с примерно одинаковыми условиями, заселенная тем или иным сообществом (биоценозом), называется *биотопом*.

Биоценоз условно подразделяют на: фитоценоз – совокупность представителей растительного мира; зооценоз – совокупность представителей животного мира; микробиоценоз – совокупность микроорганизмов.

Живые организмы, способные синтезировать органическое вещество из неорганического с использованием солнечной энергии называются *продуцентами*. Процесс преобразования энергии солнечных лучей в энергию химических связей органических соединений, называется *фотосинтез*.

Потребителей первичного органического вещества называют консументами. Консументы являются гетеротрофными организмами, т.е. организмами, которые нуждаются в готовых органических веществах. Редуценты – организмы, разрушающие органическое вещество, переводя его в минеральное состояние.

Цепь последовательной передачи вещества и заключенной в ней солнечной энергии от одних организмов к другим (от автотрофов к гетеротрофам), происходящей в результате поедания одних организмов другими называется *трофической или питательной цепью*.

Совокупность организмов, объединенных одним типом питания и занимающих определенное звено в пищевой цепи, носит название *трофический уровень*.

Общими звеньями трофические цепи объединяются в более сложные образования – трофические сети. *Пищевая сеть* – это сложная сеть пищевых взаимоотношений, включающая разветвленные цепи питания.

*Экосистема* – это совокупность живых организмов тесно связанных между собой и окружающей их не живой природой обменов веществом и энергией. Любая экосистема состоит из двух компонентов: биотическая или биоценоз и абиотическая или экотоп.

## **Вопросы и задания**

Базовый уровень

1. Что такое биоценоз? Кто ввел в науку термин «биоценоз»?
2. Какая область экологии изучает организацию и функционирование биоценозов?
3. Что такое биотоп?
4. Приведите классификацию биоценозов.
5. Что такое структура биоценоза?
6. Что такое видовая структура биоценоза? Охарактеризуйте ее.
7. Что такое пространственная структура биоценоза? Охарактеризуйте ее.
8. Что такое экологическая ниша? Кто ввел в науку термин «экологическая ниша»?
9. Чем отличаются понятия «экологическая ниша» и «местообитание»?

10. Кто сформулировал закон конкурентного исключения? Какова его формулировка?
11. Что такое экологическая диверсификация?
12. Приведите разновидности экологических ниш.
13. Какие организмы называются продуцентами?
14. Какие организмы называются консументами?
15. Какие организмы называются редуцентами?
16. Что такое фотосинтез? Приведите уравнение реакции фотосинтеза. Кто из живых организмов способен к фотосинтезу?
17. Какие организмы называются гетеротрофами?
18. Какие организмы называются автотрофами?
19. Что такое пищевая цепь? Какие виды пищевых цепей существуют?
20. Что такое трофический уровень?
21. Что такое пищевая сеть?
22. Что называется трофической структурой сообщества?
23. Что такое экологические пирамиды? Охарактеризуйте их виды.
24. Что такое экосистема?
25. Из каких компонентов состоят экосистемы?
26. Что называется динамикой экосистемы?
27. Что такое гомеостаз?
28. Что такое экологическая сукцессия и причины ее возникновения? Охарактеризуйте виды сукцессий.
29. Что такое продуктивность экосистем? Охарактеризуйте виды продуктивности.

#### Повышенный уровень

1. Составить блок-схему пищевых цепей и пищевых сетей. Привести примеры.
2. Составить презентацию на тему «Экологические пирамиды».

#### Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

##### Основная литература:

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

##### Дополнительная литература:

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак,

В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

### **Интернет-ресурсы:**

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

## **Практическое занятие 3. Биосфера. Атмосфера, гидросфера и литосфера как составная часть биосферы.**

**Цель занятия:** Рассмотреть эволюцию биосферы, ее составные части и свойства.

Обострение экологических отношений природы и общества, осознание необходимости их гармонизации в долгосрочной перспективе носят не только глобальный характер, но и проявляются в локальных экосоциосистемах, именно поэтому данная тема **актуальна**.

### **Теоретическая часть**

*Биосфера* – это оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяются совокупной деятельностью живых организмов.

Суть учения Вернадского: биосфера – это качественно своеобразная оболочка Земли, развитие которой в значительной мере определяется деятельностью живых организмов. Биосфера представляет собой результат взаимодействия живой и неживой природы. Элементы неживой природы связаны воедино с помощью живых организмов. По Вернадскому, живое вещество – это совокупность существовавших или существующих живых организмов, являющихся мощным геологическим фактором. Оно трансформирует энергию Солнца и обеспечивает круговорот.

Вещественный состав биосферы также разнообразен. В.И. Вернадский включает семь глубоко отличных и в то же время геологически связанных частей: 1. Живое вещество; 2. Косное вещество; 3. Биогенное вещество; 4. Биокосное вещество; 5. Радиоактивные вещества; 6. Вещество рассеянных атомов (химические элементы); 7. Вещество космического происхождения.

Согласно современным представлениям о структуре биосферы, основанным на идеях В.И. Вернадского, биосферу как место обитания организмов вместе с

самими организмами можно разделить на три составные части: газовую – атмосферу; водную – гидросфера; 3) каменную – литосфера.

Термин «ноосфера» (от греч. noos — ум, разум; sphaira — шар), впервые введен в 1927 г. Эдуардом Леруа. Под «ноосферой» он понимал современную стадию развития биосферы, включающую общество с индустрией, хозяйственной деятельностью, языком, религией.

Вернадский сформулировал закон ноосферы:

Биосфера неизбежно превратится в ноосферу, т.е. в сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы человек–природа.

### **Вопросы и задания**

#### **Базовый уровень**

1. Дайте определение биосферы. Какова ее структура?
2. Кто впервые ввел в науку термин «биосфера»?
3. Охарактеризуйте основные этапы развития биосферы.
4. Каковы важнейшие аспекты учения В. И. Вернадского о биосфере?
5. Какую структуру имеет биосфера?
6. Гидросфера как составная часть биосферы. Ее свойства.
7. Атмосфера как составная часть биосферы. Ее свойства.
8. Литосфера как составная часть биосферы. Ее свойства.
9. Что такое ноосфера и почему возникло это понятие?
10. Сформулируйте закон незаменимости биосферы.
11. Сформулируйте закон ноосферы по Вернадскому.

#### **Повышенный уровень**

1. Тему «Эволюция биосферы» представить в виде презентации.
2. Тему «Состав и структура биосферы» представить в виде презентации.

#### **Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме**

##### **Основная литература:**

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

##### **Дополнительная литература:**

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

#### **Интернет-ресурсы:**

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

### **Практическое занятие 4. Биосфера. круговорот веществ в биосфере**

**Цель занятия:** Рассмотреть эволюцию биосферы, ее составные части и свойства.

Обострение экологических отношений природы и общества, осознание необходимости их гармонизации в долгосрочной перспективе носят не только глобальный характер, но и проявляются в локальных экосоциосистемах, именно поэтому данная тема **актуальна**.

#### **Теоретическая часть**

*Круговорот веществ* – многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, литосфере и гидросфере, в том числе в тех слоях, которые входят в биосферу планеты, при непрерывном потоке энергии.

Солнечная энергия обеспечивает на Земле два круговорота веществ: большой (геологический или абиотический) и малый (биогеохимический, биотический, биологический).

Большой круговорот веществ – постоянно повторяющийся процесс совместного, взаимосвязанного превращения и перемещения веществ в природе. В основе геологического круговорота лежит процесс переноса веществ, в основном минеральных соединений, из одного места в другое, в масштабах планеты. Наиболее отчетливо этот круговорот проявляется в циркуляции воздушных масс и воды, также он обеспечивает перенос минеральных соединений в масштабе всей биосферы. Символом большого круговорота веществ является спираль, а не круг. Это означает, что новый цикл круговорота не повторяет в точности старый, а вносит что-то новое, что со временем приводит к весьма значительным изменениям.

*Биологический круговорот веществ* – это круговорот, представляющий собой единство процессов аккумуляции элементов в живых организмах и минерализации в результате разложения отмерших организмов. Биологические

циклы обусловлены жизнедеятельностью организмов: их питанием, пищевыми связями, ростом, размножением, движением, смертью, разложением, минерализацией. На данный круговорот расходуется очень малое количество энергии Солнца (меньше одного процента). Он состоит из круговоротов углерода, кислорода, фосфора, азота, серы и др. Таким образом, все химические элементы участвуют как в большом, так и малом круговороте веществ, перемещаясь из абиотической среды в живые организмы и обратно, образуя тем самым биогеохимические циклы.

### **Вопросы и задания:**

Базовый уровень

1. Что такое круговорот веществ?
2. Чем отличается большой и малый круговороты веществ?
3. Охарактеризуйте большой (геологический или абиотический) круговорот веществ – воды, углерода, фосфора.
4. Охарактеризуйте малый (биогеохимический, биотический, биологический) круговорот веществ – углерода, азота, фосфора, серы.
5. Как влияет человек на биогеохимический круговорот?

### **Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме**

#### **Основная литература:**

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

#### **Дополнительная литература:**

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

#### **Интернет-ресурсы:**

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы

## ТЕМА 2. ОСНОВЫ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОЛОГИИ

### Практическое занятие 5. Антропогенное загрязнение биосферы.

#### Понятие и классификация загрязнений окружающей среды. Общая характеристика источников загрязнения

**Цель занятия:** Рассмотреть возможные виды загрязнений и их воздействие на живой организм.

Деградация биосферы является одним из отрицательных последствий хозяйственной деятельности человека. Промышленное и сельскохозяйственное производства обуславливают интенсивное антропогенное загрязнение природной среды, которое отражается на состоянии популяций растений и животных, а также на состоянии здоровья людей. Многие вещества, загрязняющие окружающую среду, обладают особыми формами поражающего действия - тератогенным, иммунодепрессивным, эмбриотоксическим, канцерогенным и мутагенным. В связи с этим одной из центральных проблем экологии является оценка и регулирование уровней различных видов загрязнений на окружающую среду. Именно поэтому тема весьма **актуальна**.

#### Теоретическая часть

*Загрязнение* – привнесение в какую-либо экосистему, не свойственных ей живых или неживых компонентов, физических или структурных изменений, нарушающих или прерывающих процессы круговорота и обмена веществ, приводящие к снижению продуктивности или разрушению экологической системы.

По происхождению выделяют:

– естественное загрязнение, возникшее в результате природных процессов (лесных пожаров, извержения вулканов, выветривания и пр.), без влияния человека;

– антропогенное загрязнение, являющееся результатом деятельности человека, иногда по масштабам воздействия превосходящее естественное.

По масштабам и распространению загрязнение может быть локальным (местным), региональным и глобальным.

По видам загрязнений выделяют:

– ингредиентное (химическое);

– параметрическое (физическое);

– биогенетическое (биологическое) загрязнение;

– стационально-деструкционное загрязнение, представляющее собой изменение ландшафтов и экосистем в процессе природопользования.

1. *Химическое (ингредиентное) загрязнение* – привнесение в окружающую среду веществ, несвойственных ей по своему химическому составу или присутствующих в ней в очень больших количествах.

2. *Физическое (параметрическое) загрязнение* – изменение естественного физического состояния среды. Оно включает: тепловое (термальное); шумовое (вибрационное); световое; радиоактивное; электромагнитное.

2. *Биологическое загрязнение* – это привнесение в экосистемы не свойственных (чуждых) им животных (зоогенное загрязнение), растений (фитогенное) и микроорганизмов (микробогенное).

1. *Источники загрязнения атмосферы.*

*Загрязнение атмосферного воздуха* – это изменение его состава и свойств, которое оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье человека, животных, растений и экосистем в целом.

Источники загрязнения воздуха имеют следующую классификацию:

1. По назначению:

– технологические – содержащие хвостовые газы после улавливания на рекуперационных, абсорбционных, адсорбционных и других установках, а также продувочные газы из аппаратов, устройств и установок (для этих выбросов характерны высокие концентрации вредных веществ и малые объемы удаляемого воздуха);

– вентиляционные выбросы – представляют собой местные отсосы от оборудования и общеобменную вытяжку.

2. По месту расположения:

– незатененные или высокие – находящиеся в зоне недеформированного ветрового потока (высокие трубы, точечные источники, удаляющие загрязнения на высоту, превышающую в 2,5 раза высоту производственного здания);

– затененные или низкие – расположенные на высоте в 2,5 раза меньше высоты производственного здания;

– наземные – находящиеся вблизи земной поверхности (открыто расположенное технологическое оборудование, колодцы, производственные канализации, пролитые токсичные вещества, открыто хранящиеся отходы производства).

3. По геометрической форме:

– точечные (шахты, трубы, крышные вентиляторы);

– линейные (открытые окна, аэрационные фонари, близко размещенные вытяжные шахты и факелы).

4. По режиму работы:

– непрерывного действия;

– периодического действия;

– мгновенные – выбросы, при которых загрязнение распространяется за доли секунды порой на значительную высоту (происходят при взрывных работах и аварийных ситуациях).

– залповые – выбросы, при которых за короткий промежуток времени в воздух поступает большое количество вредных веществ (возможны при авариях и сжигании быстрогорящих отходов производства на специальных площадках для их уничтожения).

#### 5. По дальности распространения:

– внутриплощадочные – происходят, когда загрязнения, выбрасываемые в воздушный бассейн, образуют высокие концентрации только на территории промышленной площадки, а загрязнений в жилых районах не происходит (для данных выбросов предусматривают санитарно-защитную зону больших размеров);

– внеплощадочные – происходят, когда загрязнения потенциально способны создавать высокие концентрации на территории жилого района (порядка ПДК для воздуха населенных пунктов).

#### 2. Источники загрязнения гидросферы.

*Загрязнение водоемов* – это снижение их функций в биосфере и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ.

*Сточные воды* – это воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

Рассмотрим более подробно источники загрязнения водного бассейна.

1. Атмосферные воды
2. Городские сточные воды
3. Сельскохозяйственные воды
4. Промышленные сточные воды

#### 3. Источники загрязнения литосферы.

Источниками загрязнения литосферы являются:

1. Бытовые предприятия и дома. Здесь в качестве загрязнителей выступает бытовой мусор, мусор магазинов, больниц, предметы домашнего обихода;

2. Сельское хозяйство. В качестве загрязнителей выступают ядохимикаты, отходы животноводства и сельскохозяйственной продукции;

3. Теплоэнергетика. Кроме образования большого количества шлама и золы, при сжигании каменного угля выделяются в атмосферу сажа, несгоревшие частицы, оксиды серы, которые постепенно осаждаются на поверхность почвы;

4. Транспорт. При работе двигателя внутреннего сгорания образуются оксиды азота, свинец, углеводороды и другие вещества, которые оседают на поверхность почвы или поглощаются растениями. А после растений, в результате круговорота, по пищевой цепи загрязняющие вещества попадают в почву;

5. Промышленные предприятия. Загрязнения почвы происходит в большей степени от предприятий металлургии (соли цветных и тяжелых

металлов), машиностроения (цианиды, соединения мышьяка, бериллия), производство пластмасс (бензол, фенол), целлюлозно-бумажной промышленности (фенолы, метанол, скипидар).

### **Вопросы и задания:**

Базовый уровень

1. Что такое антропогенное воздействие?
2. Приведите классификацию антропогенного воздействия.
3. Что такое загрязнение?
4. Приведите классификацию загрязнений. Охарактеризуйте каждый вид загрязнений.
5. Охарактеризуйте источники загрязнения атмосферы.
6. Охарактеризуйте источники загрязнения гидросферы.
7. Охарактеризуйте источники загрязнения литосферы.

Повышенный уровень

1. Составить блок-схему, отражающую классификацию загрязнений.

**Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме**

#### **Основная литература:**

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

#### **Дополнительная литература:**

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

#### **Интернет-ресурсы:**

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

## **Практическое занятие 6. Антропогенное загрязнение биосферы. Основные источники загрязнения биосферы. Глобальные проблемы экологии**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные источники загрязнений и их воздействие на живой организм, основные глобальные экологические проблемы и мероприятия по возможному снижению загрязнений природы.

Деградация биосферы является одним из отрицательных последствий хозяйственной деятельности человека. Промышленное и сельскохозяйственное производства обуславливают интенсивное антропогенное загрязнение природной среды, которое отражается на состоянии популяций растений и животных, а также на состоянии здоровья людей. Многие вещества, загрязняющие окружающую среду, обладают особыми формами поражающего действия - тератогенным, иммунодепрессивным, эмбриотоксическим, канцерогенным и мутагенным. В связи с этим одной из центральных проблем экологии является оценка и регулирование уровней различных видов загрязнений на окружающую среду. Именно поэтому тема весьма **актуальна**.

### **Теоретическая часть**

Рассмотри более подробно каждый источник загрязнения окружающей среды.

**1. Горнодобывающая промышленность.** Практически все минеральные ресурсы относятся к невозобновимым и современной промышленностью используются не полностью. В большинстве стран остается в недрах или выбрасывается в отвалы 12-15% руд черных и цветных металлов. Так называемые плановые потери каменного угля составляют 45%, нефти – 56%. При разработке полиметаллических руд из них, обычно, извлекаются один-два металла, а остальные сопутствующие металлы выбрасываются вместе с вмещающей породой. При добыче калийных солей и слюды в отвалах остается до 80% сырья.

**2. Теплоэнергетика.** Источниками большого количества атмосферных выбросов и твердых отходов в теплоэнергетике являются теплоэлектростанции, промышленные и коммунальные предприятия, работа которых непосредственно связана со сжиганием топлива. Основными источниками энергии в настоящее время и на ближайшее будущее остается органическое топливо – уголь, нефть, природный газ, древесина и торф. Тепловые электростанции выбрасывают в атмосферу дым, образующийся в результате сжигания твердого или жидкого топлива.

**3. Атомная промышленность.** Источники загрязнения атмосферы токсичными веществами на атомных электростанциях (АЭС) – радиоактивный йод, радиоактивные инертные газы и аэрозоли.

**4. Металлургическая промышленность.** Одно из первых мест по объему загрязнений, выбрасываемых в биосферу, является черная и цветная металлургия, металлообрабатывающая промышленность.

**5. Химическая промышленность.** К этой отрасли относится большая группа предприятий. Состав промышленных выбросов от предприятий химической промышленности разнообразен и токсичен. К ним можно отнести: оксид углерода, оксиды азота, сернистые соединения (диоксид серы, сероводород, сероуглерод), органические растворители, амины, альдегиды, хлор и его производные, циановодород, фториды, соединения фосфора, ртуть и др.

**6. Нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность.**

Характерными загрязняющими веществами, образующимися в процессе добычи нефти, являются углеводороды и оксид углерода. Значительная часть загрязнений поступает в воздушный бассейн при сжигании нефтяного газа в факелах. На нефтеперерабатывающих предприятиях основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в воздушный бассейн, являются углеводороды и летучие органические соединения, диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота. Серная кислота, используемая в больших количествах в нефтехимии, – один из наиболее вредных для окружающей среды отходов нефтепереработки. Регенерация отработанной серной кислоты технологически очень сложна и обходится дороже, чем получение чистой серной кислоты. Поэтому сернокислотные отходы обычно сливаются в овраги, горные выработки, а при малых концентрациях  $H_2SO_4$ , – в реки, отравляя и загрязняя почвы и поверхностные воды. Утилизация сернокислотных отходов – сложная хозяйственная проблема.

**8. Сельскохозяйственное загрязнение.**

Основными источниками загрязнения окружающей среды в сельском хозяйстве являются минеральные, органические удобрения и пестициды. Помимо этого, водоемы загрязняют *сельскохозяйственные стоки* – это стоки животноводческих комплексов и стоки, образуемые при вымывании агрохимикатов и минеральных удобрений за пределы пахотного слоя в поверхностные воды. Для животноводческих стоков характерно бактериальное и органическое загрязнение растительного и животного происхождения, а также загрязнение аммиачными соединениями.

От использования минеральных и органических удобрений зависит продуктивность сельского хозяйства. *Минеральные удобрения* – это неорганические вещества (главным образом соли), содержащие необходимые для растений элементы питания.

**9. Промышленность строительных материалов.** Производства цемента и строительных материалов отличаются большим разнообразием атмосферных выбросов. Основные технологические процессы этих производств – измельчение, термическая обработка полуфабрикатов и продуктов, которые сопровождаются выбросом большого количества пыли и

взвешенных частиц в воздушный бассейн. Например, при производстве 1 т извести выделяется 200 кг пыли, а при получении 1 т строительного гипса – 140 кг пыли. Отходящие газы производства строительных материалов содержат оксиды углерода, серы, азота, углеводороды и др.

**10. Коммунальное хозяйство городов.** Коммунальное хозяйство городов несет в себе жидкие отходы (со сточными водами) и твердые.

*Парниковый эффект* – явление повышения средней температуры атмосферы за счет увеличения концентрации в ней парниковых газов. К парниковым газам относятся: водяные пары, углекислый газ (диоксид углерода), метан, оксиды азота, озон, фреоны.

Парниковые газы, выброшенные в атмосферу в результате антропогенной деятельности, задерживаются в атмосфере, поглощают инфракрасное излучение и переизлучают его обратно в нижние слои атмосферы. Так происходит постепенное повышение температуры. Чем больше парниковых газов, тем сильнее действует эффект. Увеличение концентрации данных газов приводит к увеличению температуры на 2-3 °С и к серьезному изменению метеорологической и гидродинамической обстановки биосферы.

1. **Озоновый слой** – это слой атмосферы (стратосферы) с повышенным содержанием озона. Озон – аллотропная форма молекулярного кислорода, его молекула состоит из трех атомов кислорода (O<sub>3</sub>). Озон образуется в стратосфере из кислорода под воздействием ультрафиолетового излучения.

Озон поглощает жесткое (коротковолновое) ультрафиолетовое излучение Солнца, предохраняя живые организмы от его губительного воздействия. Жесткий ультрафиолет не способен проникать глубоко в ткани и поэтому поражает только поверхностные органы. Он разрушает ДНК и другие органические молекулы, что может вызвать рак кожи, катаракту, иммунные заболевания, ожоги кожи, рогаицы. Предполагается как естественное, так и антропогенное происхождение «озоновых дыр». Антропогенное воздействие связывают с повышенным содержанием хлорфторуглеродов (фреонов) – ХФУ.

*Кислотными дождями* называют все виды метеорологических осадков (дождь, снег, град, туман, иней, дождь со снегом), показатель рН которых меньше, чем среднее значение рН дождевой воды, равное 5,65.

В отсутствие любых загрязнителей дождевая вода представляет собой слабокислый раствор и имеет рН 5,65. Это происходит из-за того, что диоксид углерода взаимодействует с дождевой водой. При этом образуется слабая угольная кислота (CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). В реальных условиях показатель ее кислотности в разных местах может сильно отличаться, что зависит от состава газов, содержащихся в атмосфере определенной местности (оксид серы, оксиды азота).

Химический анализ кислотных осадков показывает присутствие серной (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) и азотной (HNO<sub>3</sub>) кислот. Наличие в этих формулах серы и азота показывает, что проблема связана с выбросами данных элементов в воздушный бассейн. Таким образом, кислотные осадки возникают из-за выбросов в атмосферу кислотных оксидов (оксиды серы (SO<sub>2</sub> и SO<sub>3</sub>) и оксиды азота (NO<sub>x</sub>)).

Помимо глобальных проблем атмосферы существуют и другие, о которых стоит упомянуть.

Проблема дефицита пресной воды.

Ученые считают, что данная проблема связана с ее неразумным применением. Сельское хозяйство использует для своих нужд 70%, потребляемой человеком пресной воды. Помимо него в больших объемах воду потребляет промышленность.

– деградация почвенного покрова и опустынивание. В результате «агропромышленного» земледелия происходит разрушение плодородного слоя земли, т.е. почвенная эрозия (почвы распахивают на больших территориях, а плодородный слой смывается водой или выдувается ветром).

Вследствие роста населения растут потребности, что ведет к истощению природных ресурсов и повышению нагрузки на биосферу.

Энергетические проблемы связаны с исчерпаемостью ископаемого топлива (нефть, газ, уголь) и большим загрязнением биосферы, связанным со сжиганием топлива. Единственным выходом из сложившейся ситуации видится использование альтернативных источников энергии (солнечная, ветровая, гидроэнергетика, геотермальная и др.).

К оружию массового уничтожения относят химическое, биологическое и ядерное оружие. При использовании последнего помимо радиации, в воздушный бассейн поступит огромное количество аэрозолей, которые направятся в стратосферу. Это приведет к уменьшению потока солнечных лучей к поверхности земли и понижению температуры воздуха на планете («ядерная зима»). Также, такой вид войны может привести к наступлению темноты («ядерная ночь»), что изменит циркуляцию воздуха, приведет к прекращению процесса фотосинтеза и т.д.

## **Вопросы и задания**

Базовый уровень

1. Приведите характеристику металлургической, химической, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, сельского хозяйства, теплоэнергетики, промышленности строительных материалов, транспорта, коммунального хозяйства как источников загрязнения биосферы.
2. Чем объясняется возникновение «парникового эффекта» и каковы его последствия?
3. Почему разрушается озоновый слой Земли?
4. Какие факторы влияют на образование и разрушение озонового экрана Земли?
5. Из каких источников попадают в атмосферу оксиды серы и азота?
6. Как называется смесь дыма, тумана и пыли?
7. Чем вызваны кислотные дожди?
8. В чем заключается проблема дефицита пресной воды?

## 9. Каковы основные причины деградации почв?

### Повышенный уровень

1. Характеристика горнодобывающей, нефтеперерабатывающей и атомной промышленности, как источников загрязнения биосферы.
2. Составить блок-схему, отражающую классификацию загрязнений.

**Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме**

### Основная литература:

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

### Дополнительная литература:

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

### Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

**Практическое занятие 7. Основы экологического нормирования.  
Основные понятия, определения и структура системы нормирования.  
Предельно допустимые концентрации химических загрязняющих веществ  
в компонентах биосферы. Способы очистки газовых выбросов в  
атмосферу. Способы очистки выбросов в гидросферу. Способы очистки  
выбросов в литосферу.**

**Цель занятия:** Рассмотреть основные положения и критерии, заложенные при нормировании загрязнений окружающей среды, а также особенности нормирования загрязнений составных частей биосферы. Рассмотреть возможные виды загрязнений и их воздействие на живой организм.

Промышленное и сельскохозяйственное производства обуславливают интенсивное антропогенное загрязнение природной среды, которое отражается на состоянии популяций растений и животных, а также на состоянии здоровья людей. Многие вещества, загрязняющие окружающую среду, обладают особыми формами поражающего действия - тератогенным, иммунодепрессивным, эмбриотоксическим, канцерогенным и мутагенным. В связи с этим одной из центральных проблем экологии является оценка и регулирование уровней различных видов загрязнений на окружающую среду. Именно поэтому тема весьма **актуальна**.

### **Теоретическая часть**

Центральным понятием токсикологии является понятие «*токсин*» и «*вредное вещество*». Под *токсинами* понимают химические соединения растительного, животного или бактериального происхождения, способные при попадании в живой организм вызывать различные заболевания или гибель. Под *вредным веществом* понимают вещество, которое в результате контакта с организмом человека вызывает нарушение его состояния здоровья. *Токсичность* – это способность химических соединений оказывать вредное воздействие на живые организмы. Самой опасной группой вредных веществ являются канцерогены (от лат. cancer – рак). *Канцерогенное вещество* – химическое вещество, которое при воздействии на живой организм (при определенных условиях) способно вызывать онкологические заболевания.

*Нормирование качества окружающей природной среды* – это деятельность по установлению нормативов предельно допустимых воздействий человека на природу. Установление нормативов качества окружающей среды основывается на концепции пороговости воздействия. *Порог вредного действия* – это минимальная доза вещества, при воздействии которой в организме могут возникнуть изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций.

В основу нормативов качества окружающей среды положены три показателя: технологический, медицинский и научно-технический.

Нормы и нормативы качества окружающей среды подразделяются на:

– санитарно-гигиенические: предельно допустимая концентрация вредных веществ (ПДК); допустимый уровень физических воздействий (шума, вибрации, ионизирующих излучений и др.);

– экологические: эколого-гигиенические нормативы; эколого-защитные нормативы; предельно допустимые нормативы;

– производственно-хозяйственные: допустимый выброс вредных веществ; допустимый сброс вредных веществ; допустимое изъятие компонентов природной среды; норматив образования отходов производства и потребления;

– комплексные показатели: допустимая антропогенная нагрузка на окружающую природную среду; экологическая емкость территории;

– временные.

*Предельно допустимая концентрация (ПДК)* – это количество вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

1. Нормирование загрязняющих веществ в воздухе.

*Качество атмосферного воздуха* – это совокупность свойств атмосферы, определяющая степень воздействия физических, химических и биологических факторов на растения, животных и человек, а так же на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

Для каждого вредного вещества в воздухе устанавливаются пределы его содержания в производственной (предназначенной для размещения промышленных предприятий и т.п.) – ПДК<sub>р.з.</sub> (рабочей зоны) и в селитебной зоне (предназначенной для размещения жилого фонда, общественных зданий и т.д.) – ПДК<sub>а.в.</sub> (атмосферного воздуха населенного пункта). Помимо этого, установлены еще два норматива – разовый (ПДК<sub>м.р.</sub>) и среднесуточный (ПДК<sub>с.с.</sub>).

2. Нормирование загрязняющих веществ в водных объектах.

Использование воды, связанное с ее частичным или полным изъятием, называется *водопользованием*.

В зависимости от целей использования воды выделяют три вида водопользования:

– хозяйственно-питьевое – водные объекты используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения и для предприятий пищевой промышленности.

– культурно-бытовое – водные объекты используются для купания, отдыха, спорта.

– водоемы рыбохозяйственного назначения подразделяют на две категории: первая категория – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб; вторая категория – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

*Качество воды* – это характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования.

Показатели вредности (ЛПВ – лимитирующий показатель вредности) представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды:

- санитарно-токсикологические – включают в себя микробиологические и паразитологические показатели воды (число микроорганизмов и бактерий группы кишечных палочек в единице объема). Токсикологические показатели воды, характеризуют безвредность ее химического состава, определяются содержанием химических (токсичных) веществ, которое не должно превышать установленных нормативов.

- общесанитарные – устанавливается в виде нормативов для относительно малотоксичных и нетоксичных соединений – например, ацетона, уксусной кислоты и т.п.

- органолептические – температура, прозрачность, цвет, запах, вкус, жесткость. К данному показателю относятся нормативы для тех веществ, которые вызывают неудовлетворительную органолептическую оценку (по вкусу, запаху, цвету, пенистости и т.д.) при концентрациях, находящихся в пределах допустимых значений. Например, ПДК для фенола, устанавливаемая по наличию запаха, составляет 0,001 мг/л при условии хлорирования воды и 0,1 мг/л – в отсутствие хлорирования. К органолептическим лимитирующим показателям относят также ПДК для имеющих окраску соединений хрома (VI) и хрома (III), имеющих запах и характерный привкус керосина и хлорофоса т.п.

Таким образом, по нормативам качества воды подразделяют на:

- питьевые;
- природные воды (водоемы хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения);
- сточные воды (ливневые стоки, нормативно-очищенные и т.д.).

### 3. Нормирование загрязняющих веществ в почве.

Загрязняющие почву вещества нормируются:

- в пахотном слое почвы;
- в почве территорий предприятий;
- в почвах жилых районов (в местах хранения бытовых отходов).

При нормировании загрязняющих веществ в почву используют два показателя:

1) характеризует внутреннее состояние изучаемого объекта. Здесь выделяют четыре показателя вредности:

- транслокационное – переход вещества из почвы в растения;
- миграционное водное – переход вещества из почвы в грунтовые воды и водоисточники;
- миграционное воздушное – переход вещества из почвы в воздух;

– общесанитарном – гигиеническое влияние вещества на самоочищающую способность почвы, ее биологическую активность и почвенный микробиоценоз.

2) установление ПДК в почве. Данный показатель является наиболее целесообразным, в связи с тем, что весьма сложно установить единое значение ПДК для почвы.

*Очистка газа* – это процесс отделения газа или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества, выбрасываемого промышленным источником.

по агрегатному состоянию загрязнители воздуха подразделяются на пыли, туманы и газопарообразные примеси.

Системы очистки воздуха от пыли делятся на четыре группы: сухие и мокрые пылеуловители, электрофильтры и фильтры.

При повышенном содержании пыли в воздухе используют пылеуловители и электрофильтры. Фильтры применяют для тонкой очистки воздуха с концентрацией примесей менее  $100 \text{ мг/м}^3$ .

Для очистки воздуха от туманов (например, кислот, щелочей, масел и других жидкостей) используют специальные фильтры, называемые туманоуловителями.

Выбор средств защиты воздуха от газопарообразных примесей зависит от применяемого метода очистки.

По характеру протекания физико-химических процессов выделяют методы:

- 3) абсорбции (промывка выбросов растворителями примеси). Данный способ осуществляется в установках-абсорберах, является наиболее простым и имеет высокую степень очистки. Способ основан на химических реакциях между газом и поглощающей суспензией (щелочной раствор: аммиак, известь);
- 4) хемосорбции (промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически);
- 5) адсорбции (поглощение газообразных примесей твердыми поглотителями);
- 6) термической нейтрализации.

В соответствии с ГОСТ 12.1.1.01-77 под *обработкой сточных вод* понимают воздействие на них с целью обеспечения необходимых свойств и состава. *Очистка сточных вод* – это обработка воды с целью разрушения или удаления из них определенных веществ.

Основным путем является очистка сточных вод от загрязнений.

Очистку и обработку промышленных стоков подразделяют механическими, физико-химическими, химическими, электрохимическими, биологическими и термическими методами. Выбор метода зависит от размера частиц примесей, их физико-химических свойств, расхода сточных вод, концентрации веществ и необходимой степени очистки.

Механические методы включают: процеживание, отстаивание (отстойники, песколовки, осветлители, нефлеловушки), фильтрацию, центрифугирование (гидроциклоны и центрифуги).

Физико-химические методы очистки включают флотацию, адсорбцию, ионный обмен, экстракцию, ректификацию, выпаривание, дистилляцию, обратный осмос, ультрафильтрацию, кристаллизацию, десорбцию и др.

Химические методы очистки подразделяют на процессы нейтрализации и окисления.

Биологические методы основаны на очистке сточных вод микроорганизмами в аэробных (насыщение кислородом воздуха) условиях.

Термическое сжигание применяют для уничтожения высококонцентрированных сточных вод, содержащих минеральные и органические элементы.

Методы очистки могут быть:

– регенеративные – предусматривают извлечение и утилизацию содержащихся в воде ценных веществ и последующую их переработку. Не всегда данный метод позволяет очистить воду до необходимого состояния. В этом случае воду доочищают деструктивными методами.

– деструктивные – предусматривают разрушение загрязняющих воду веществ путем их окисления или восстановления, в результате чего образуются газы или осадки.

Основными направлениями утилизации (использования и обезвреживания) *твердых промышленных отходов* являются:

- захоронения на свалках и полигонах;
- переработка по заводской технологии;
- сжигание отходов химических производств с городским мусором;
- пиролиз и раздельное сжигание в специальных печах;

использование отходов химических производств как готового материала для других технологических процессов.

## **Вопросы и задания**

### **Базовый уровень**

1. Что такое токсичность и канцерогенное вещество?
2. Что изучает токсикология? Что такое токсин и вредное вещество?
3. Что такое качество природной среды и какова цель его нормирования?
4. Что такое порог вредного воздействия?
5. Какие показатели положены в основу нормативов качества окружающей среды?
6. Как классифицируются нормы и нормативы качества окружающей среды?
7. Что такое допустимая нагрузка на окружающую среду?
8. Что такое временно допустимые концентрации?

9. Что такое токсическая доза, летальная доза (ЛД) и концентрация (ЛК)?
10. Как классифицируются летальная доза (ЛД) и концентрация (ЛК)?
11. Какие существуют 4 класса опасности вредных веществ?
12. Что такое ПДК?
13. Охарактеризуйте особенности нормирования загрязняющих веществ в воздухе.
14. Охарактеризуйте особенности нормирования загрязняющих веществ в водных объектах.
15. Охарактеризуйте особенности нормирования загрязняющих веществ в почве.
16. Какие существуют способы очистки газовых выбросов в атмосферу? Приведите их классификацию. Охарактеризуйте каждый способ.
17. Опишите методы контроля состояния воздуха.
18. Какие существуют способы очистки выбросов в гидросферу? Приведите их классификацию. Охарактеризуйте каждый способ.
19. Опишите методы контроля состава сточных вод.
20. Какие существуют способы очистки выбросов в литосферу? Приведите их классификацию. Охарактеризуйте каждый способ.
21. Опишите методы анализа почвы.

#### Повышенный уровень

1. Тему «Классификация сточных вод и принцип их очистки» представить в виде презентации.
2. Тему «Переработка твердых отходов; захоронение» представить в виде презентации.

#### Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

##### Основная литература:

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

##### Дополнительная литература:

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

## **Интернет-ресурсы:**

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

### **Практическое занятие 8. Контроль качества окружающей среды.**

#### **Природозащитные мероприятия. Экологический мониторинг.**

#### **Экологические и правовые аспекты рационального природопользования.**

#### **Международное сотрудничество в области защиты окружающей среды**

**Цель занятия:** Ознакомиться со структурой экологического мониторинга и рассмотреть задачи, решаемые на каждом отдельном уровне. Рассмотреть понятие природопользование и организации занимающиеся защитой окружающей среды

Актуальность мониторинга окружающей среды заключается в том, что удается своевременно выявить основные проблемы, связанные с нарушением экологического баланса. Для чего необходимо проводить различные исследования, связанные с экологией.

Все природоохранные мероприятия имеют назначение не только контролировать состояние окружающей среды, но и выявлять следы загрязнения, в этом и заключается актуальность мониторинга окружающей среды. Одновременно с этим производится поиск путей для устранения последствия загрязнений. Для этого проводятся различные исследования, в том числе и с использованием лабораторного оборудования.

**Актуальность темы** определяется противоречием между увеличением масштабов использования природных ресурсов, ростом общественных потребностей в обеспечении рационального природопользования и степенью правового регулирования отношений по использованию и охране природных объектов, а также практикой правоприменения в этой сфере. В отличие от многих других вопросов правового регулирования отношений по природопользованию, проблема рационального природопользования рассматривается практически во всех нормативных правовых актах в области экологического права. Более того, в последние годы в России предприняты необходимые меры по восполнению законодательных пробелов в сфере природопользования, принят ряд нормативных правовых актов, направленный

на обеспечение рационального природопользования и охраны окружающей среды, подготовлен ряд законопроектов.

### **Теоретическая часть**

*Экологический мониторинг* – это комплексная, целенаправленная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды, вызванными антропогенными причинами, позволяющую прогнозировать развитие этих изменений.

В зависимости от масштабов производимых наблюдений различают следующие виды экологического мониторинга: глобальный; региональный; локальный.

В зависимости от применяемых средств наблюдения: наземный пеший мониторинг; авиационный легкомоторный; авиационный; космический.

Цель глобального мониторинга – установление контрольного уровня загрязняющих веществ, создание системы раннего предупреждения экологической катастрофы, установление фоновых уровней для основных экосистем, изучение биогеохимических циклов.

Задачами регионального экологического мониторинга являются: контроль над фоновыми загрязнениями; наблюдение, оценка, прогноз трансграничных переносов вредных веществ; формирование распределенной базы данных об экологической обстановке в регионе.

*Биоиндикация* – это оценка качества окружающей среды по обитающим в ней организмам. Для учета изменений среды составляют специальные списки индикаторных организмов.

*Биотестирование* – метод определения степени токсичности воздействия тех физических, химических и биологических факторов среды, которые потенциально опасны для живых организмов в экосистемах.

*Природно-техногенная система* – это совокупность взаимодействующих технических сооружений и природной среды.

С целью обеспечения охраны окружающей среды в РФ разработана и принята система законов, регулирующих деятельность в сфере природопользования.

В настоящее время в основе природоохранного законодательства лежит Конституция РФ. В ней прописано, что каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причинённого его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Основным природоохранным законом РФ является Федеральный закон от 10.01. 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

При ООН решением конференции была создана организация, координирующая все виды природоохранной деятельности всех государств – это ЮНЕСКО (Организация Объединённых Наций по образованию, науке, культуры). Кроме ЮНЕСКО, глобальными вопросами охраны окружающей

среды занимаются следующие организации: Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП), учреждённый в 1948 г. В него входит более 100 стран, в т.ч. и Россия; Всемирная организация здравоохранения – ВОЗ; Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ)

### **Вопросы и задания**

#### **Базовый уровень**

1. Система экологического мониторинга. Локальный, региональный, национальный и глобальный уровни экологического мониторинга, их цели и задачи.
2. Методы и средства экологического мониторинга: аналитические методы, методы биоиндикации и биотестирования.
3. Экологическое прогнозирование.
4. Природоохранное законодательство как основа рационального природопользования.
5. Природоресурсное законодательство.
6. Природоохранное законодательство.
7. Экологическая экспертиза.
8. Экологический паспорт предприятия.
9. Международное сотрудничество в области защиты биосферы.

#### **Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме**

##### **Основная литература:**

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

##### **Дополнительная литература:**

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

##### **Интернет-ресурсы:**

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

по выполнению практических работ  
по дисциплине «Экология»  
для студентов очной/заочной формы обучения  
направления подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

*Составители*

*Т.С. Чередниченко, канд.хим.наук*

*К.С. Сылко, ассистент.*

*Отв. редактор*

*А.Л. Проскурнин, канд.хим.наук, доцент.*

Редактор Л.Д. Бородастова

---

Подписано в печать

Формат 60 × 84 1/16

Уч.-изд. л. 0,4 п.л.

Усл. печ. л. 0,5 п.л.

Тираж 50 экз.

---

Северо-Кавказский федеральный университет

Невинномысский технологический институт (филиал)

357108, г. Невинномысск, ул. Гагарина, 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***  
по выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Экология»  
для студентов очной/заочной формы обучения направления подготовки  
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Невинномысск 2019

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины «Экология». Указания предназначены для студентов очной/заочной формы обучения, направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

*Составители*  
*Отв. редактор*

*К.С. Сыпко, ассистент.*  
*А.Л. Проскурнин, канд.хим.наук, доцент.*

## Содержание

<b>Введение</b>	4
<b>Тема 1. Основы общей экологии</b>	5
<b>Лабораторная работа 1. Экологические исследования воздуха</b>	5
Опыт 1. Действие кислотного загрязнения воздуха на растения	5
Опыт 2. Влияние загрязнения воздуха аммиаком на растения	7
<b>Лабораторная работа 2. Экологические исследования воды</b>	9
Опыт 1. Наблюдение за составом атмосферных осадков	9
Опыт 2. Определение органолептических показателей качества воды	14
Опыт 3. Очистка воды от загрязнений	18
<b>Тема 2. Основы прикладной экологии</b>	21
<b>Лабораторная работа 3. Оценка усвоения тяжелых металлов из почвы овощными культурами</b>	22
<b>Лабораторная работа 4. Адсорбционная очистка питьевой и сточной воды</b>	29

## **Введение**

Решение экологических проблем в современном мире невозможно без понимания объективных законов развития природы и общества. «Экология» изучает эти законы, которые дают ключ к управлению в области охраны окружающей среды.

Дисциплина «Экология» относится к дисциплине базовой части. Она направлена на формирование компетенций обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Методические указания составлены на современном научном уровне и рассчитаны на студентов, по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Последовательность лабораторных работ соответствует логической структуре ее прохождения. Предлагаемые методические указания содержат материал, который рекомендуется использовать студентам при осуществлении лабораторных работ.

## **Тема 1. Основы общей экологии**

### **Лабораторная работа 1. Экологические исследования воздуха**

#### **Опыт 1. Действие кислотного загрязнения воздуха на растения**

Цель работы: Проиллюстрировать негативное влияние кислотного загрязнения воздуха на растение.

#### **Теоретическая часть**

Большой вред окружающей среде наносят различные источники газообразных выбросов (промышленные предприятия, транспорт, пожары), «благодаря» которым в атмосферу попадает значительное количество вредных веществ (оксидов серы (II) и (III), оксидов азота (II) и (IV), сероводорода, оксидов углерода (II) и (IV) и др.). Эти вещества поглощаются атмосферными осадками, которые выпадают на землю в виде «кислотных» дождей или снега. Под воздействием кислотных осадков деревья легче поражаются вредителями, изменяется химический состав почв и почвенных микроорганизмов. В первую очередь кислотные осадки поражают листья и другие вегетативные части растений. Поражение листьев препятствует нормальному протеканию процессов фотосинтеза.

#### **Оборудование и материалы**

1. Колбы на 500 мл с пробками – 2 шт;
2. Стакан на 250 мл с водой;
3. Цилиндр мерный на 250 мл;
4. Зеленые листья или побеги растений;
5. Сера 1-2 г;
6. Сульфид железа (II) 3-5 г;
7. Концентрированная соляная кислота.

#### **Указания по технике безопасности**

Используемые при выполнении анализа растворы, реактив, посуда и другие составные части комплекта должны быть предварительно осмотрены.

При осмотре проверяют:

1. Целостность и герметичность упаковки растворов, реактивов;
2. Отсутствие повреждений мерной посуды, пробирок, контрольных шкал и т.п.;
3. Соответствие выбранного для использования реактива (раствора) или посуды требованиям методики анализа, т.е. наличие хорошо и однозначно читаемой этикетки, меток на мерной посуде и т.п.

После проведения анализа мерные склянки и пипетки следует промыть чистой водой, склянки с растворами необходимо герметично закрыть и уложить в места для их хранения.

Входящие в состав комплекта реактивы герметично упакованы во флаконы и не представляют опасности при хранении. Хотя комплект не содержит ядовитых и сильнодействующих веществ, при работе с комплектом необходимо руководствоваться основными правилами безопасности, предусмотренными для работ в химической лаборатории. В частности, при работе в лаборатории не допустимо:

1. Попадание химикатов и растворов на слизистые оболочки, кожу, одежду;
2. Принятие пищи (питья);
3. Вдыхание воздуха и химикатов, особенно имеющих резкий запах и находящихся в мелкокристаллическом состоянии (образующих пыль);
4. При работе со стеклянными изделиями и посудой необходимо соблюдать осторожность во избежание порезов.

При проведении экспериментов по моделированию загрязнений воздуха предусмотрено использование концентрированных и разбавленных кислот – серной, соляной, азотной, муравьиной. Могут представлять опасность для здоровья и небольшие

количества газов, получаемые в ходе работы (например, хлора, оксида серы (IV) и др.). Повышенную опасность представляют крепкие и концентрированные минеральные кислоты, а также муравьиная кислота, обладающие сильным разъедающим действием при попадании на слизистые оболочки, кожные покровы, одежду, обувь, оборудование и т.п. При попадании кислот на кожу необходимо быстро промокнуть раствор любым тампоном (салфеткой, ветошью и т.п.), место попадания обильно промыть струей воды и вымыть с мылом.

Особенно опасны кислоты при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно обильно промыть не сильной струей воды, затем 2%-ным водным раствором соды и срочно обратиться к врачу-специалисту.

### Задания

#### 1. Приготовление кислотных газов и заполнение ими колб.

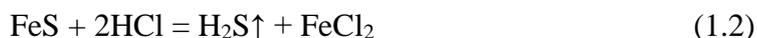
Для приготовления газов, используемых в опыте для моделирования воздействия кислотных осадков на растения (сернистого газа и сероводорода), используются методы препаративного получения. Колбы перед заполнением необходимо тщательно высушить. Запыление колб происходит непосредственно при получении газов. Несмотря на небольшие количества получаемых газов, работы по заполнению ими колб необходимо проводить в вытяжном шкафу.

**Сернистый газ** (оксид серы (IV),  $\text{SO}_2$ ) получают сжиганием 1-2 г элементарной серы, опущенной в колбу в ложке на проволоке достаточной длины. Получение сернистого газа протекает по реакции:



Для заполнения колбы сернистым газом достаточно горения серы в течение 3-5 минут.

**Сероводород** (сульфид водорода,  $\text{H}_2\text{S}$ ) получают взаимодействием концентрированной соляной кислоты с избытком сульфида железа (II) при комнатной температуре:



Для заполнения колбы сероводородом используют небольшой флакон (бюкс, стаканчик), имеющий диаметр, позволяющий опускать его в колбу и извлекать обратно. Во флакон помещают 3-5 г сульфида железа (II), прикапывают несколько капель концентрированной соляной кислоты (начинается бурное выделение сероводорода) и сразу же опускают флакон каким-либо способом (например, привязав на нитке) в колбу. Флакон выдерживают в колбе 3-5 минут до завершения выделения сероводорода, после чего извлекают из колбы.

Заполненные газами колбы необходимо плотно закрыть пробками или фольгой. Срок годности заполненных таким образом колб для проведения опыта составляет несколько часов.

Колбы, заполненные газами и плотно закрытые, необходимо пронумеровать. Колбы № 1 заполнена сернистым газом; колба № 2 – сероводородом (Рисунок 1).

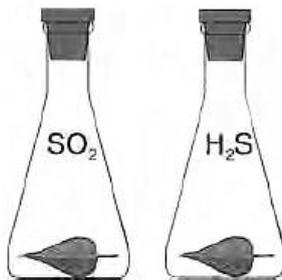


Рисунок 1. Пронумерованные колбы, заполненные газами

2. В каждую колбу внесите часть растения. Операцию проводите следующим образом: поочередно открывайте пробки колб, быстро опустит в них побеги или

отдельные листья и вновь закройте пробками. Не наклоняйтесь перед колбами и не вдыхайте находящиеся в них газы. Наблюдайте, что происходит с растениями.

3. Так же осторожно (не вдыхая газ) поочередно влейте в каждую колбу по 100 мл воды. Быстро закройте колбы пробками. Встряхните каждую колбу, чтобы растения были смочены образовавшимися кислотами. Вновь наблюдайте за растениями. Отметьте, через какой промежуток времени с растениями происходят видимые изменения.

### Содержание отчета

Результаты наблюдений оформляют в виде таблицы 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента

№ колбы	Газ, находящийся в колбе	Изменения, происходящие с растением		
		После внесения растения в колбу	После воздействия кислотного дождя	Время наблюдения изменений
1	Сернистый газ (SO <sub>2</sub> )			
2	Сероводород (H <sub>2</sub> S)			

На основании полученных результатов сделайте вывод о влиянии кислотных дождей на растения.

### Опыт 2. Влияние загрязнения воздуха аммиаком на растения

Цель работы: проиллюстрировать негативное влияние загрязнения воздуха аммиаком на растение.

#### Теоретическая часть

Аммиак (NH<sub>3</sub>) представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом «нашатырного спирта». Он легче воздуха и очень хорошо растворяется в воде. При высоких концентрациях в воздухе (0,5% объема и более) аммиак сильно раздражает слизистые оболочки, вызывает поражение глаз и дыхательных путей. Негативное влияние загрязненный аммиаком воздух оказывает и на растения, вызывая хорошо заметные изменения в растительных тканях. Тем не менее аммиак, при внесении его в почву в виде водного раствора и в химически связанном виде, является удобрением.

#### Оборудование и материалы

1. Колба на 500 мл с пробкой;
2. Флакон на 20 мл;
3. Аммиачная вода;
4. Фильтр бумажный;
5. Полиэтилен (скотч);
6. Листья или побеги традесканции или другого растения.

#### Указания по технике безопасности

Используемые при выполнении анализа растворы, реактив, посуда и другие составные части комплекта должны быть предварительно осмотрены.

При осмотре проверяют:

1. Целостность и герметичность упаковки растворов, реактивов;
2. Отсутствие повреждений мерной посуды, пробирок, контрольных шкал и т.п.;
3. Соответствие выбранного для использования реактива (раствора) или посуды требованиям методики анализа, т.е. наличие хорошо и однозначно читаемой этикетки, меток на мерной посуде и т.п.

После проведения анализа мерные склянки и пипетки следует промыть чистой водой, склянки с растворами необходимо герметично закрыть и уложить в места для их хранения.

Входящие в состав комплекта реактивы герметично упакованы во флаконы и не представляют опасности при хранении. Хотя комплект не содержит ядовитых и сильнодействующих веществ, при работе с комплектом необходимо руководствоваться основными правилами безопасности, предусмотренными для работ в химической лаборатории. В частности, при работе в лаборатории не допустимо:

1. Попадание химикатов и растворов на слизистые оболочки, кожу, одежду;
2. Принятие пищи (питья);
3. Вдыхание воздуха и химикатов, особенно имеющих резкий запах и находящихся в мелкокристаллическом состоянии (образующих пыль);
4. При работе со стеклянными изделиями и посудой необходимо соблюдать осторожность во избежание порезов.

При проведении экспериментов по моделированию загрязнений воздуха предусмотрено использование концентрированных и разбавленных кислот – серной, соляной, азотной, муравьиной. Могут представлять опасность для здоровья и небольшие количества газов, получаемые в ходе работы (например, хлора, оксида серы (IV) и др.). Повышенную опасность представляют крепкие и концентрированные минеральные кислоты, а также муравьиная кислота, обладающие сильным разъедающим действием при попадании на слизистые оболочки, кожные покровы, одежду, обувь, оборудование и т.п. При попадании кислот на кожу необходимо быстро промокнуть раствор любым тампоном (салфеткой, ветошью и т.п.), место попадания обильно промыть струей воды и вымыть с мылом.

Особенно опасны кислоты при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно обильно промыть не сильной струей воды, затем 2%-ным водным раствором соды и срочно обратиться к врачу-специалисту.

#### Задания

1. На дно колбы положите бумажный фильтр так, чтобы колба не разбилась при последующем опускании в нее флакона.
2. Лист или побег растения закрепите во флаконе как показано на рисунке 2. Осторожно по стенке либо на нитке опустите флакон в коническую колбу.

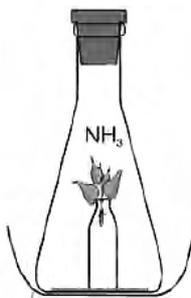


Рисунок 2. Лист (побег) закрепленный во флаконе

3. Внесите в колбу 3-4 капли аммиачной воды, быстро и герметично закройте колбу пробкой.

Опыт проведите в начале занятия, результат зафиксируйте в конце занятия.

#### Содержание отчета

Сделайте вывод о влиянии загрязнения воздуха на растение. Запишите уравнение реакции образования из аммиака «щелочного» дождя.

#### Контрольные вопросы

1. Механизмы воздействия кислотных дождей на компоненты окружающей среды.
2. Каковы последствия выпадения кислотных дождей?
3. Как можно снизить интенсивность кислотных дождей?
4. В чем заключаются физические причины парникового эффекта?
5. Глобально изменение климата: причины, механизм процесса, последствия.

6. Каковы будут последствия для биосферы, если парниковый эффект будет продолжать усиливаться?

### Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

#### Основная литература:

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

#### Дополнительная литература:

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

#### Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

### Лабораторная работа 2. Экологические исследования воды

#### Опыт 1. Наблюдение за составом атмосферных осадков

Цель работы: Изучение состава атмосферных осадков.

#### Теоретическая часть

Кислотность воды определяется значением водородного показателя (рН), который для природных вод обычно имеет значения от 6,5 до 8,5. Изменения рН воды водоема обычно могут вызвать загрязнения воздуха кислотными примесями (оксидами серы и азота, оксидом углерода (IV) и др.), которые «вымываются» из воздуха дождями и попадают в водоем. Изменения рН могут вызвать также загрязнения водоема промышленными сточными водами, которые не прошли нейтрализацию. Кислотность природной воды может определяться также характером почвогрунтов, ландшафта в котором расположен водоем. Изменение рН природной воды сверх допустимых пределов (более 8,5 и менее 6,5) создает среду, непригодную для существования большинства водных организмов, особенно простейших. Качество природной воды в значительной

степени определяется концентрацией растворенных в ней минеральных солей. Можно выделить два больших класса минеральных солей, которые встречаются в природной воде в значительных концентрациях (Таблица 3).

Основной вклад в общее солесодержание вносят соли 1-го класса, которые следует определять в первую очередь. Соли 2-го класса также необходимо учитывать при оценке качества воды, т.к. на каждую из них установлено значение ПДК, хотя они вносят незначительный вклад в общее солесодержание природных вод.

Таблица 3. Основные компоненты, создающие минерализацию питьевой и природной воды

Компоненты минерального состава воды	Предельно допустимая концентрация (ПДК)
1-й КЛАСС	
1. Катионы:	
Кальций ( $Ca^{2+}$ )	200 мг/л
Натрий ( $Na^+$ )	200 мг/л
Магний ( $Mg^{2+}$ )	100 мг/л
2. Анионы:	
Гидрокарбонат ( $HCO_3^-$ )	1000 мг/л
Сульфат ( $SO_4^{2-}$ )	500 мг/л
Хлорид ( $Cl^-$ )	350 мг/л
Карбонат ( $CO_3^{2-}$ )	100 мг/л
Нитрат ( $NO_3^-$ )	45 мг/л
2-й КЛАСС	
1. Катионы:	
Аммоний ( $NH_4^+$ )	2,5 мг/л
Железо общее (сумма $Fe^{2+}$ и $Fe^{3+}$ )	0,3 мг/л
Металлы	0,001 ммоль/л
2. Анионы:	
Фосфат ( $PO_4^{3-}$ )	3,5 мг/л
Нитрат ( $NO_2^-$ )	0,1 мг/л

В первую очередь нарушенный минеральный состав воды сказывается на жизнедеятельности простейших (клеточных) организмов, т.к. растворенные соли и определяют обмен веществ клеток с окружающей средой и являются строительным материалом для элементов живой клетки. Повышенная концентрация солей в воде пагубно сказывается на минеральном составе окружающей водоем почвы, вызывая ее засоление, как в процессе впитывания воды почвой, так и при орошении такой водой сельскохозяйственных полей. Источниками обогащения природной воды минеральными солями, приводящего к нарушению природного солевого равновесия в воде, являются:

- ливневые и талые воды с посыпавшихся солями зимой улиц городов и дорог;
- поверхностные дождевые воды с полей, газонов после применения на них минеральных удобрений, а также грунтовые воды;
- неочищенные сточные воды, рассолы, сбрасываемые промышленными предприятиями, и др.

Повышенная концентрация солей ухудшает вкус питьевой воды. При концентрациях солей, превышающих соответствующие ПДК, вода становится непригодной для питья и использования на хозяйственные нужды.

На правильность полученных результатов анализов влияет способ отбора пробы воды и условия ее хранения. Проба должна быть отобрана в чистую стеклянную или пластмассовую бутылку объемом не менее 0,5 л (в бутылки должно остаться не более 5-10 мл воздуха); пробы следует анализировать в течение нескольких часов после отбора либо хранить в холодильнике.

Очень удобным объектом для изучения минерального состава воды являются бутылированные питьевые и минеральные воды, имеющие этикетки с указанием концентраций растворенных солей.

Дождевая вода обычно имеет слабокислые свойства. Происходит это, как правило, вследствие растворения в ней диоксида углерода  $\text{CO}_2$ . Проблемы, связанные с кислотным или щелочным загрязнением атмосферной воды, происходят чаще всего из-за деятельности человека.

Причиной возникновения кислотных дождей являются массовые промышленные выбросы оксида серы (IV)  $\text{SO}_2$  и оксидов азота  $\text{NO}_x$  в атмосферу. В результате окисления этих веществ кислородом воздуха и взаимодействия с атмосферной влагой происходит образование азотистой ( $\text{HNO}_2$ ), азотной ( $\text{HNO}_3$ ), сернистой ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) и серной ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) кислот.

### **Оборудование и материалы**

1. Ложка;
2. Ножницы;
3. Пинцет;
4. Пробирки;
5. Штатив для пробирок;
6. Раствор йода;
7. Раствор дифениламина в концентрированной серной кислоте;
8. Раствор соли бария (насыщенный);
9. Раствор соляной кислоты (1:5);
10. Вода чистая;
11. pH-тест или бумага индикаторная универсальная;
12. Пробы осадков (дождя, снега, льда).

### **Указания по технике безопасности**

Используемые при выполнении анализа растворы, реактив, посуда и другие составные части комплекта должны быть предварительно осмотрены.

При осмотре проверяют:

1. Целостность и герметичность упаковки растворов, реактивов;
2. Отсутствие повреждений мерной посуды, пробирок, контрольных шкал и т.п.;
3. Соответствие выбранного для использования реактива (раствора) или посуды требованиям методики анализа, т.е. наличие хорошо и однозначно читаемой этикетки, меток на мерной посуде и т.п.

После проведения анализа мерные склянки и пипетки следует промыть чистой водой, склянки с растворами необходимо герметично закрыть и уложить в места для их хранения.

Входящие в состав комплекта реактивы герметично упакованы во флаконы и не представляют опасности при хранении. Хоть комплект не содержит ядовитых и сильнодействующих веществ, при работе с комплектом необходимо руководствоваться основными правилами безопасности, предусмотренными для работ в химической лаборатории. В частности, при работе в лаборатории не допустимо:

1. Попадание химикатов и растворов на слизистые оболочки, кожу, одежду;
2. Принятие пищи (питья);
3. Вдыхание воздуха и химикатов, особенно имеющих резкий запах и находящихся в мелкокристаллическом состоянии (образующих пыль);
4. При работе со стеклянными изделиями и посудой необходимо соблюдать осторожность во избежание порезов.

Повышенную опасность представляют крепкие и концентрированные минеральные кислоты, а также муравьиная кислота, обладающие сильным разъедающим действием при попадании на слизистые оболочки, кожные покровы, одежду, обувь, оборудование и т.п. При попадании кислот на кожу необходимо быстро промокнуть раствор любым тампоном

(салфеткой, ветошью и т.п.), место попадания обильно промыть струей воды и вымыть с мылом.

Особенно опасны кислоты при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно обильно промыть не сильной струей воды, затем 2%-ным водным раствором соды и срочно обратиться к врачу-специалисту.

Соблюдайте осторожность при работе с раствором дифениламина в серной кислоте!  
Соблюдайте осторожность: хлорид бария токсичен!

### Задания

#### А. Определение рН

1. Смочите полоску универсальной индикаторной бумаги исследуемой водой. Для этого наклоните пробирку с водой и опустите в нее один конец полоски индикаторной бумаги, держа пинцетом второй ее конец (Рисунок 6).

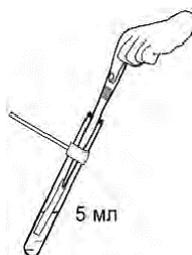


Рисунок 6. Определение рН исследуемой пробы воды

2. Выньте индикаторную бумагу из пробирки и сравните полученную окраску со шкалой. Определите рН исследуемой воды (дождевой, талой снеговой, талого льда) по шкале.

#### Б. Обнаружение нитрат-ионов

Добавьте в пробирку с исследуемой водой 2-3 капли раствора дифениламина (Рисунок 7). При наличии в воде нитрат-ионов раствор окрашивается в синий цвет.



Рисунок 7. Обнаружение нитрат-ионов в исследуемой пробе воды

Приготовление раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте: в капельницу (25 мл) налейте на 2/3 объема концентрированную серную кислоту (плотность  $1,84 \text{ г/см}^3$ ) и внесите в нее на кончике скальпеля несколько кристаллов дифениламина.

Количественное определение содержания нитратов также можно выполнить с помощью нитрат-теста. Для этого выньте полоску тест-системы «Нитрат-тест» из упаковки и отрежьте кусочек индикаторной полоски размером примерно  $5 \times 5$  мм. Зажав отрезанный участок полоски пинцетом, окуните в тестируемую пробу воды. Через 3 мин. сравните окраску рабочего участка с контрольной шкалой на обложке тест-системы и определите содержание нитратов.

#### В. Обнаружение сульфит-ионов

1. Добавьте в пробирку с исследуемой водой 1-2 капли раствора йода.

Для приготовления раствора йода аптечный 5%-ный спиртовой раствор йода разбавляют в 20 раз водой до цвета некрепкого чая.

2. Наблюдайте, что происходит с окрашенным раствором.

#### Г. Обнаружение сульфат-ионов

Добавьте в пробирку с исследуемой водой 10 капель раствора соляной кислоты и 2 капли раствора соли бария. Наблюдайте в течение 3 мин. за помутнением раствора.

Количественное определение содержания сульфат-ионов можно выполнять с помощью тест-комплекта «Сульфаты», для этого:

1. Ополосните мерную склянку несколько раз анализируемой водой. Налейте в склянку 2,5 мл пробы воды, используя для точности пипетку-капельницу (Рисунок 8).

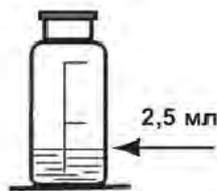


Рисунок 8. Мерная склянка, заполненная анализируемой водой

2. Доведите pH пробы до pH 4 растворами гидроксида натрия либо соляной кислоты, прибавляя их с помощью пипетки-капельницы, в зависимости от pH среды. Контролируйте значение pH по универсальной индикаторной бумаге.

3. Используя пипетку-капельницу, добавьте в склянку с анализируемой водой раствор ортанилового К до метки «5 мл». Закройте склянку пробкой и перемешайте раствор.

4. Соедините шприц-дозатор с пипеткой для титрования (Рисунок 9). С помощью шприца наберите в пипетку для титрования раствор хлорида бария. Постепенно, по каплям, титруйте содержимое склянки раствором хлорида бария до появления исчезающей зеленовато-голубой окраски.



Рисунок 9. Соединение шприца-дозатора с пипеткой для титрования

Примечание. Для четкого определения точки эквивалентности окраску титруемой пробы сравнивайте с окраской холостой пробы, в качестве которой используйте склянку с таким же объемом анализируемой воды и индикатора.

5. Определите объем раствора хлорида бария, израсходованного на титрование ( $V$ , мл) (Рисунок 10):

$$V = V_0 - V_k \quad (2)$$



Рисунок 10. Определение израсходованного хлорида бария

6. Рассчитайте концентрацию сульфатов ( $C_c$ , мг/л) в анализируемой воде по формуле (3):

$$C_c = \frac{48,03 \cdot V \cdot C_B \cdot 1000}{V_{\Pi}} = 384 \cdot V \quad (3)$$

где: 48,03 – молярная масса эквивалента сульфат-иона, г/моль;  
V – объем раствора хлорида бария, израсходованного на титрование, мл;  
С<sub>б</sub> – концентрация раствора хлорида бария, используемого для титрования, 0,02 моль/л эквивалента;  
1000 – коэффициент пересчета единиц измерений из граммов в миллиграммы;  
V<sub>п</sub> — объем пробы, взятой для титрования, 2,5 мл.

#### **Содержание отчета**

Зафиксируйте результаты экспериментов в тетради. Используя полученные результаты экспериментов, сделайте вывод о возможных источниках загрязнения осадков. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

### **Опыт 2. Определение органолептических показателей качества воды**

Цель работы: Знакомство с органолептической оценкой качества воды.

#### **Теоретическая часть**

Любое знакомство со свойствами воды начинается с определения органолептических показателей, т.е. таких, для определения которых мы пользуемся нашими органами чувств (зрением, обонянием, вкусом). Органолептическая оценка приносит много прямой и косвенной информации о составе воды и может быть проведена быстро и без каких-либо приборов. К органолептическим характеристикам относятся цветность, мутность (прозрачность), запах, вкус и привкус, пенистость.

Органолептическая оценка качества воды – обязательная начальная процедура санитарно-химического контроля воды. Ее правильному проведению специалисты придают большое значение.

Цветность – естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Цветность воды может зависеть от свойств и структуры дна водоема, характера водной растительности и прилегающих к водоему почв, наличия в водосборном бассейне болот и торфяников и др.

Если окраска воды не соответствует обычным природным оттенкам, а также при интенсивной естественной окраске, определяют высоту столба жидкости, при котором визуально обнаруживается окраска. Соответствующая высота столба воды не должна превышать: для воды водоемов хозяйственно-питьевого назначения – 20 см; культурно-бытового назначения – 10 см. Удовлетворительная цветность воды устраняет необходимость определения тех загрязнителей, ПДК которых установлены по цветности. К таким загрязнителям относятся многие красители и соединения, образующие интенсивно окрашенные растворы.

Можно определять цветность и качественно, характеризуя цвет воды в пробирке высотой 10-12 см (например, бесцветная, слабожелтая, желтая, буроватая и т.д.).

Определение цветности (или цвета) воды актуально только при оценке качества окрашенных природных вод либо при анализе сточных вод. Цвет у питьевой воды, как правило, отсутствует.

Мутность воды обусловлена содержанием взвешенных в воде мелкодисперсных примесей – нерастворимых или коллоидных частиц различного происхождения.

Мутность воды обуславливает и некоторые другие характеристики воды, такие как:

- наличие осадка, который может отсутствовать, быть незначительным, заметным, большим, очень большим (количество осадка можно измерять в миллиметрах);
- наличие и количество взвешенных веществ, или грубодисперсных примесей (измеряется в миллиграммах массы примесей на литр воды);
- прозрачность, измеряется как высота столба воды, при взгляде сквозь который на белой бумаге можно различать стандартный печатный шрифт.

Для определения мутности используется визуальный метод – по степени мутности столба высотой 10-12 см в мутномерной пробирке. Мутность пробы описывают качественно следующим образом: прозрачная; слабо опалесцирующая; опалесцирующая; слабо мутная; мутная; очень мутная.

Опалесценция – от opalus (лат.), название минерала – явление характерного свечения коллоидных растворов при их боковом освещении, хорошо наблюдаемое на темном фоне. Явление обусловлено рассеянием света вследствие его дифракции от взвешенных в коллоидном растворе микрочастиц, находящихся в высокодиспергированном состоянии.

Запах воды обусловлен наличием в ней летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем либо со сточными водами. Практически все органические вещества (в особенности жидкие) имеют запах и передают его воде. Обычно запах определяют при комнатной (20°C) и при повышенной (60°C) температуре воды. Запах по характеру подразделяют на две группы, определяя его субъективно по своим ощущениям:

1) естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.);

2) искусственного техногенного происхождения. Такие запахи обычно значительно изменяются при обработке воды.

Оценку вкуса воды проводят у питьевой природной воды при отсутствии подозрений на ее загрязненность. Различают 4 вкуса: соленый, кислый, горький, сладкий. Остальные вкусовые ощущения считаются привкусами (солонватый, горьковатый, металлический, хлорный и т.п.). Вкус и привкус определяют в сырой (некипяченой воде) воде, за исключением воды из открытых водоемов и источников, сомнительных в санитарном отношении. Интенсивность вкуса и привкуса оценивают по 5-балльной шкале.

При определении вкуса и привкуса анализируемую воду набирают в рот из стакана и задерживают на 3-5 сек, не проглатывая. После определения вкуса воду сплевывают.

#### **Оборудование и материалы**

1. Пробирки;
2. Пробки;
3. Штатив для пробирок;
4. Ложка;
5. Стаканы одноразовые на 200 мл – 5 шт;
6. Соль;
7. Горчица;
8. Сахар;
9. Лимон;
10. Кипяченая вода;
11. Модельные растворы.

#### **Указания по технике безопасности**

Используемые при выполнении анализа растворы, реактив, посуда и другие составные части комплекта должны быть предварительно осмотрены.

При осмотре проверяют:

1. Целостность и герметичность упаковки растворов, реактивов;
2. Отсутствие повреждений мерной посуды, пробирок, контрольных шкал и т.п.;
3. Соответствие выбранного для использования реактива (раствора) или посуды требованиям методики анализа, т.е. наличие хорошо и однозначно читаемой этикетки, меток на мерной посуде и т.п.

После проведения анализа мерные склянки и пипетки следует промыть чистой водой, склянки с растворами необходимо герметично закрыть и уложить в места для их хранения.

Входящие в состав комплекта реактивы герметично упакованы во флаконы и не представляют опасности при хранении. Хоть комплект не содержит ядовитых и

сильнодействующих веществ, при работе с комплектом необходимо руководствоваться основными правилами безопасности, предусмотренными для работ в химической лаборатории. В частности, при работе в лаборатории не допустимо:

1. Попадание химикатов и растворов на слизистые оболочки, кожу, одежду;
2. Принятие пищи (питья);
3. Вдыхание воздуха и химикатов, особенно имеющих резкий запах и находящихся в мелкокристаллическом состоянии (образующих пыль);
4. При работе со стеклянными изделиями и посудой необходимо соблюдать осторожность во избежание порезов.

Повышенную опасность представляют крепкие и концентрированные минеральные кислоты, а также муравьиная кислота, обладающие сильным разъедающим действием при попадании на слизистые оболочки, кожные покровы, одежду, обувь, оборудование и т.п. При попадании кислот на кожу необходимо быстро промокнуть раствор любым тампоном (салфеткой, ветошью и т.п.), место попадания обильно промыть струей воды и вымыть с мылом.

Особенно опасны кислоты при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно обильно промыть не сильной струей воды, затем 2%-ным водным раствором соды и срочно обратиться к врачу-специалисту.

Соблюдайте правила определения запаха неизвестных веществ.

#### Задания

##### А. Определение мутности (прозрачности)

1. Пронумеруйте пробирки с растворами.
2. Заполните каждую пробирку соответствующим модельным раствором на высоту 10-12 см.
3. Определите мутность воды, рассматривая пробирку на темном фоне при достаточном боковом освещении.

##### Б. Определение запаха воды

1. Налейте в пробирки (колбы) выданные вам модельные растворы и закройте пробками.
2. Поочередно открывайте пробки у пробирок (колб) с растворами и определяйте запах воды.
3. При определении запаха руководствуйтесь таблицами 4 и 5.

Таблица 4. Оценка запаха воды в баллах

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Балл
Отсутствует	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах слегка обнаруживаемый	1
Слабая	Запах замечается, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах легко замечается, вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной для питья	5

Таблица 5. Определение характера запаха

Символ	Характер запаха	Примерный род запаха
А	Ароматический	Огуречный, цветочный
Б	Болотный	Илистый, тинистый
Г	Гнилостный	Фекальный, сточный
Д	Древесный	Запах мокрой щепы, древесины

З	Землистый	Прелый, свежевспаханной земли
Р	Рыбный	Рыбьего жира, рыбы
С	Сероводорода	Тухлых яиц
Т	Травянистый	Сена, свежескошенной травы
Н	Неопределенный	Запах естественного происхождения, не подходящий под предыдущие определения

### В. Определение вкуса и привкуса воды

Данная работа проводится в домашних условиях. В лаборатории пробовать вещества на вкус запрещено!

1. Налейте в пять стаканов по 100 мл кипяченой воды.

2. Растворите в воде:

- в 1-м стакане ложку сахара, (проба № 1);
- во 2-м стакане ложку соли, (проба № 2);
- в 3-м стакане ложку горчицы, (проба № 3);
- в 4-м стакане ложку лимонного сока, (проба № 4);
- в 5-м стакане – только кипяченая вода, (проба № 5).

Хорошо перемешайте жидкость ложкой, вытирая ее насухо после каждого стакана.

3. Наберите из каждого стакана 10–15 мл жидкости, подержите ее во рту несколько секунд и определите вкус и привкус.

Жидкость не проглатывайте!

Исследуйте за один раз не более 2-х проб, затем сделайте перерыв на 5 минут.

4. Сделайте для пробы растворы разной концентрации, разбавляя водой.

5. Определите интенсивность вкуса и привкуса приготовленных растворов, разбавив их в 2 раза, добавляя по 100 мл воды в каждый стакан. Для оценки вкуса и привкуса используйте таблицу 6:

Таблица 6. Интенсивность вкуса и привкуса

Интенсивность вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса в баллах	Характер проявления вкуса и привкуса
Нет	0	Не ощущаются
Очень слабая	1	Сразу не ощущаются, но обнаруживаются при тщательной оценке
Слабая	2	Заметны, если обратить внимание
Заметная	3	Легко заметны и вызывают неодобрительный отзыв
Отчетливая	4	Обращают внимание и заставляют воздержаться от питья
Очень сильная	5	Очень сильные, делают воду непригодной для питья

### Содержание отчета

#### А. Определение мутности (прозрачности)

Выберите подходящую степень мутности по таблице 7 и поставьте номер пробирки:

Таблица 7. Результаты эксперимента

Степень мутности	Номера пробирок
Мутность отсутствует	
Слабо опалесцирующая	
Опалесцирующая	

Слабо мутная	
Очень мутная	

### Б. Определение запаха воды

По результатам наблюдений заполните таблицу 8, используя вышеприведенные данные.

Таблица 8. Результаты эксперимента

№ пробирки (колбы)	Оценка в баллах	Запах
1		
2		
3		
И т.д.		

### В. Определение вкуса и привкуса воды

По результатам наблюдений заполните таблицу 9.

Таблица 9. Характер вкуса и привкуса

Проба (раствор) №	Вкус и привкус
1	
2	
3	
4	
5	

Вкус каких веществ при разбавлении раствора вы чувствуете дольше?

#### Опыт 3. Очистка воды от загрязнений

Цель работы: Изучение различных методов очистки воды от загрязнений.

#### Теоретическая часть

Очистка воды в природе может происходить несколькими путями. При испарении, за которым следует конденсация влаги, удаляются практически все растворенные вещества. Бактерии в процессе собственной жизнедеятельности расщепляют органические вещества на более простые соединения. Наконец, фильтрование воды через песок и гравий удаляет взвешенные вещества, при этом пористые вещества (например, торф) дополнительно очищают воду за счет процесса адсорбции. Однако при перегрузке природные системы не могут качественно справляться с задачей очистки воды.

Для ликвидации загрязнений воды в настоящее время используются разнообразные методы – биологические, химические, сорбционные, электрохимические и др.

#### Оборудование и материалы

1. Воронка стеклянная;
2. Колба коническая на 50 мл;
3. Палочка стеклянная;
4. Стакан на 50 мл – 2 шт.;
5. Фильтр бумажный;
6. Штатив для пробирок;
7. Воронка делительная цилиндрическая на 50 мл;
8. Штатив лабораторный;
9. Вата;
10. Уголь активированный;
11. Модельная вода, загрязненная нефтепродуктами или жиром (растительным маслом);
12. Модельная вода, загрязненная механическими примесями.

#### Указания по технике безопасности

Используемые при выполнении анализа растворы, реактив, посуда и другие составные части комплекта должны быть предварительно осмотрены.

При осмотре проверяют:

1. Целостность и герметичность упаковки растворов, реактивов;
2. Отсутствие повреждений мерной посуды, пробирок, контрольных шкал и т.п.;
3. Соответствие выбранного для использования реактива (раствора) или посуды требованиям методики анализа, т.е. наличие хорошо и однозначно читаемой этикетки, меток на мерной посуде и т.п.

После проведения анализа мерные склянки и пипетки следует промыть чистой водой, склянки с растворами необходимо герметично закрыть и уложить в места для их хранения.

Входящие в состав комплекта реактивы герметично упакованы во флаконы и не представляют опасности при хранении. Хотя комплект не содержит ядовитых и сильнодействующих веществ, при работе с комплектом необходимо руководствоваться основными правилами безопасности, предусмотренными для работ в химической лаборатории. В частности, при работе в лаборатории не допустимо:

1. Попадание химикатов и растворов на слизистые оболочки, кожу, одежду;
2. Принятие пищи (питья);
3. Вдыхание воздуха и химикатов, особенно имеющих резкий запах и находящихся в мелкокристаллическом состоянии (образующих пыль);
4. При работе со стеклянными изделиями и посудой необходимо соблюдать осторожность во избежание порезов.

Повышенную опасность представляют крепкие и концентрированные минеральные кислоты, а также муравьиная кислота, обладающие сильным разъедающим действием при попадании на слизистые оболочки, кожные покровы, одежду, обувь, оборудование и т.п. При попадании кислот на кожу необходимо быстро промокнуть раствор любым тампоном (салфеткой, ветошью и т.п.), место попадания обильно промыть струей воды и вымыть с мылом.

Особенно опасны кислоты при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно обильно промыть не сильной струей воды, затем 2%-ным водным раствором соды и срочно обратиться к врачу-специалисту.

### Задания

#### 1. Очистка воды фильтрованием

Данный способ применяется для очистки воды от механических примесей. В качестве фильтров могут использоваться бумажный фильтр, вата, различные фильтрующие материалы. На рисунке 11 представлена установка для фильтрования в лабораторных условиях.

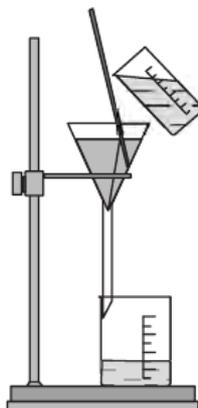


Рисунок 11. Установка для очистки воды фильтрованием

Назовите составные части установки и опишите их назначение. Соберите установку, проведите фильтрование (для этого может быть использована вода, искусственно загрязненная, например, почвой).

Для приготовления воды, загрязненной механическими примесями, необходимо в 0,5 л воды поместить 1 чайную ложку измельченной почвы, строительного мусора, твердых атмосферных выпадений и т.п. Смесь интенсивно перемешивают. Используют мутный раствор, содержащий видимые глазом взвешенные частицы.

## 2. Очистка воды адсорбцией

Данный способ очистки воды используется в том случае, если вода загрязнена примесями жира или нефтепродуктов. В качестве адсорбента применяют активированный уголь.

Для опыта используется установка, изображенная на рисунке 12.



Рисунок 12. Установка для очистки воды адсорбцией

Соберите установку согласно рисунку.

Поместите в нижнюю часть делительной воронки ватный тампон, заполните ее поверх ватного тампона на высоту 2-3 см активированным углем.

Влейте загрязненную воду в делительную воронку при закрытом кране воронки. Откройте кран воронки на столько, чтобы вода вытекала тонкой струйкой. Какие изменения произошли с водой? Объясните наблюдаемое.

Приготовление воды, загрязненной нефтепродуктом (жиром). В 0,5 л теплой или горячей воды наливают 1 чайную ложку растительного масла, интенсивно перемешивают. Используют мутный раствор, который может иметь масляную пленку. Аналогично можно приготовить раствор из реального нефтепродукта, используя отработанное карбюраторное масло, керосин и др. малолетучие нефтепродукты.

### Содержание отчета

Заполните таблицу 10 по результатам проведенных опытов.

Таблица 10. Результаты опытов

Вода до отметки (внешний вид)	Способ очистки		
	Фильтрование		Адсорбция
	Через бумажный фильтр	Через вату	Через активированный уголь
Мутная			
С механическими примесями – твердыми частицами			
С жирной пленкой			
С применением нефтепродуктов			

Сделайте вывод о сравнительной эффективности различных методов очистки воды.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие показатели воды относятся к органолептическим?
2. Какие показатели воды относятся к физическим?
3. Назовите основные правила отбора проб воды.
4. Причины возникновения кислотных дождей.
5. Современные методы очистки воды.
6. Основные методы очистки сточных вод.
7. Назначение и методы механической очистки стоков.
8. Назначение и методы физико-химической очистки стоков.
9. Назначение и методы химической очистки стоков.
10. Назначение и методы биологической очистки стоков.

### **Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме**

#### **Основная литература:**

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

#### **Дополнительная литература:**

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

#### **Интернет-ресурсы:**

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

## **Тема 2. Основы прикладной экологии**

### **Лабораторная работа 3. Оценка усвоения тяжелых металлов из почвы овощными культурами**

Цель работы: Оценка усвоения тяжелых металлов из почвы овощными культурами на примере петрушки (укропа) и отработка навыков контроля тяжелых металлов в почве.

#### **Теоретическая часть**

По определению В.И. Вернадского, почва представляет собой «биокосное тело, состоящее одновременно из живых и косных (неорганических) тел – минералов, воды, воздуха, органических остатков». В почве протекают различные физические, химические и биологические процессы, которые в результате антропогенного загрязнения нарушаются. Основными загрязняющими почву веществами являются удобрения и пестициды (ядохимикаты, применяемые для борьбы с сорняками, вредителями, грибковыми заболеваниями), металлы и их соединения, радиоактивные вещества.

Серьёзную опасность представляет загрязнение почвы тяжелыми металлами – металлами с большим атомным весом (свинцом, цинком, ртутью, медью, никелем, железом, ванадием, кадмием, хромом и др.), которые оказывают токсичное действие на живые организмы и природные экосистемы. Загрязнением почв тяжелыми металлами считается превышение их фактического содержания в почве над региональным фоном. Основными антропогенными источниками поступления тяжелых металлов в окружающую среду являются: предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающая промышленность, сжигание угольного топлива, нефти и различных отходов, производство стекла, цемента, автотранспорт. Так, например, основным источником загрязнения окружающей среды свинцом является автомобильный транспорт; кадмием, медью, мышьяком и цинком – цветная металлургия; кобальтом, никелем, ванадием и селеном – теплоэнергетика; ртутью – цветная металлургия, сжиганием топлива, химическая промышленность. Некоторое количество тяжелых металлов в окружающую среду поставляет и сельское хозяйство, где применяются пестициды и минеральные удобрения, содержащие тяжелые металлы. По оценкам специалистов, антропогенный вклад для большинства тяжёлых металлов превышает 60% причём, по некоторым оценкам, для свинца, кадмия, никеля и ванадия он доходит до 90%.

Поскольку большинство тяжелых металлов поступает в почву, осаждаясь с промышленными выбросами из атмосферы, загрязнение почвы обусловлено, в первую очередь, розой ветров данного района и скоростью ветра. Поэтому наибольшие загрязнения отмечаются в направлении преобладающих ветров (в этом состоит так называемый аэральнo-техногенный характер загрязнения). Кроме этого, сказывается влияние и других метеорологических факторов (температурной инверсии и количества осадков), а также рельефа местности и характеристик промышленного предприятия (мощности и технологии предприятия, высоты труб, системы очистки газовых выбросов предприятия), физико-химических свойств выбрасываемых частиц, их дисперсности и химического состава. Особенно далеко от источника выброса переносятся высокодисперсные аэрозоли. Наибольшая плотность выпадения тяжёлых металлов от промышленного источника наблюдается в его окрестностях, в радиусе 3-5 км.

Следует отметить, что при наблюдении и контроле над загрязнением почвы тяжёлыми металлами достаточно трудно, а иногда и практически невозможно отделить металлы техногенного происхождения от металлов естественного происхождения. В основном металлы техногенного происхождения сосредотачиваются в поверхностном 5-6-сантиметровом почвенном слое. Поведение тяжёлых металлов в почве зависит от окислительно-восстановительных условий и pH среды – в кислой среде большинство металлов более подвижны. Поэтому основную опасность представляет способность тяжёлых металлов накапливаться в растениях и с пищей поступать в организмы животных и человека. Соединения тяжёлых металлов токсичны, некоторые из них, например, кадмий, оказывают канцерогенное воздействие на организм человека (т.е. провоцируют образование злокачественных опухолей). Токсическое действие свинца связано с его

способностью замещать кальций в костях и нервных волокнах. Отравление человека свинцом проявляется неспецифическими симптомами: вначале появляется повышенная возбудимость и бессонница, позже утомляемость и депрессия. Более поздние симптомы заключаются в расстройстве функций нервной системы и поражении головного мозга. Свиней, как и другие тяжёлые металлы (кадмий, ртуть), отрицательно влияет на реакцию глазной сетчатки, вызывает ухудшение сумеречного зрения. Хроническое воздействие даже незначительных концентраций кадмия вызывает заболевания нервной системы и костных тканей, нарушение ферментного обмена и работы почек.

Содержание тяжёлых металлов в почве нормируется – для них устанавливается предельно допустимая концентрация в почве (ПДК<sub>п</sub>).

ПДК<sub>п</sub> должна обеспечивать:

- переход тяжёлого металла в растения (усвоение) в количестве, не влекущем превышения ПДК данного вещества в продуктах питания);
  - переход тяжёлого металла в грунтовые воды в количестве, не влекущем превышения ПДК для воды водоёмов;
  - процессы самоочищения и почвенный микробиоценоз без влияния на них данной концентрации металла в почве.

Так, например, установлены ПДК<sub>п</sub> (в миллиграммах на килограмм сухой почвы): для ртути – 2,1 мг/кг, свинца – 20,0 мг/кг, хрома – 0,05 мг/кг.

При проведении исследований специалистами собраны многочисленные данные о накоплении тяжёлых металлов овощными культурами. Выяснено, что тяжёлые металлы могут накапливаться овощными культурами – в листьях и корнеплодах свёклы, моркови, листьях капусты, побегах укропа и петрушки, тем самым протекает усвоение тяжёлых металлов из почвы овощными культурами.

#### **Оборудование и материалы**

1. Почвогрунт нейтральный, 5л;
2. Воронка стеклянная (пластмассовая) d=50-80 мм;
3. Ножницы;
4. Пинцет;
5. Пробирка;
6. Семена петрушки или укропа – 1 упаковка;
7. Стаканы (ёмкостью 50 и 100 мл) – по 1 шт;
8. Стеклянная палочка;
9. Сульфат никеля 7-водный (NiSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O);
10. Тест-система «Никель-тест»;
11. Фильтры бумажные обеззоленные «Синяя лента»;
12. Цилиндр мерный на 50 мл;
13. Чашка Петри – 4 шт;
14. Шпатель (ложечка);
15. Ящик для рассады пластмассовый, 40×20×8 см (ориентировочно);
16. Весы учебные с разновесами;
17. Тест-комплект «Никель»;
18. Шкаф сушильный, обеспечивающий температуру 105°С.

#### **Указания по технике безопасности**

Используемые при выполнении анализа растворы, реактив, посуда и другие составные части комплекта должны быть предварительно осмотрены.

При осмотре проверяют:

1. Целостность и герметичность упаковки растворов, реактивов;
2. Отсутствие повреждений мерной посуды, пробирок, контрольных шкал и т.п.;
3. Соответствие выбранного для использования реактива (раствора) или посуды требованиям методики анализа, т.е. наличие хорошо и однозначно читаемой этикетки, меток на мерной посуде и т.п.

После проведения анализа мерные склянки и пипетки следует промыть чистой водой, склянки с растворами необходимо герметично закрыть и уложить в места для их хранения.

Входящие в состав комплекта реактивы герметично упакованы во флаконы и не представляют опасности при хранении. Хотя комплект не содержит ядовитых и сильнодействующих веществ, при работе с комплектом необходимо руководствоваться основными правилами безопасности, предусмотренными для работ в химической лаборатории. В частности, при работе в лаборатории не допустимо:

1. Попадание химикатов и растворов на слизистые оболочки, кожу, одежду;
2. Принятие пищи (питья);
3. Вдыхание воздуха и химикатов, особенно имеющих резкий запах и находящихся в мелкокристаллическом состоянии (образующих пыль);
4. При работе со стеклянными изделиями и посудой необходимо соблюдать осторожность во избежание порезов.

При проведении экспериментов по моделированию загрязнений воздуха предусмотрено использование концентрированных и разбавленных кислот – серной, соляной, азотной, муравьиной. При попадании кислот на кожу необходимо быстро промокнуть раствор любым тампоном (салфеткой, ветошью и т.п.), место попадания обильно промыть струей воды и вымыть с мылом.

Особенно опасны кислоты при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно обильно промыть не сильной струей воды, затем 2%-ным водным раствором соды и срочно обратиться к врачу-специалисту.

Соль никеля при попадании в организм человека представляет повышенную опасность и требует особого обращения, а именно: хранения в специальном месте, учета при расходовании.

### Задания

В связи с относительной сложностью данной работы, ниже подробнее приводится общий порядок ее выполнения, после чего изложен порядок выполнения основных операций, которые проводятся с почвой несколько раз в ходе эксперимента.

Для выполнения данной работы необходимо заблаговременно вырастить зелёные растения на почвогрунте. Для этого проращивают семена, высаживают проросшие семена в почвогрунт и, создавая необходимые условия для прорастания зеленой массы (тепличные значения температуры и относительной влажности, обязательные регулярный полив и орошение), выращивают растения высотой не менее 5-7 см.

Необходимо также заблаговременно приготовить раствор  $\text{NiSO}_4$  с концентрацией  $\text{Ni}^{2+}$ , требуемой для реализации метода моделирования (в диапазоне от 250 до 5000 мг/л, в зависимости от используемого метода анализа), по следующей методике:

#### Приготовление раствора сульфата никеля

Взвешенную на весах навеску (m, г) никеля (II) сульфата 7-водного ( $\text{NiSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ) из состава набора с точностью  $\pm 0,01$  г помещают в мерную колбу, растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1000 мл дистиллированной водой.

Величина навески устанавливается заблаговременно в ходе пробного эксперимента и зависит от сорбционных свойств используемого образца почвы и чувствительности выбранного метода анализа.

Значения навески (m, г) соли никеля для получения требуемой установленной концентрации никеля в растворе соли ( $C_{\text{Ni}}$ , мг/л), приведены в таблице 11.

Таблица 11. Значения навески (m, г) соли никеля

$C_{\text{Ni}}$ , мг/л	250	500	1000	2500	5000
m, г	1,20	2,40	4,80	12,0	24,0

Примечание. Ориентировочные значения концентрации раствора соли никеля: при тестовом анализе с применением тест-системы – 5000мг/л, при количественном анализе с

применением тест-комплекта «Никель» либо аналогичной лабораторной методики – 500 мг/л.

Срок годности раствора никеля составляет 1 год.

Требуемая для внесения в почву концентрация никеля устанавливается заблаговременно в ходе пробного эксперимента.

**На первом этапе** работают с почвой, в которой впоследствии будут выращиваться растения (фоновый уровень). Отбирают пробы почвы, проводят усреднение проб; из усреднённой пробы приготавливают вытяжку и ее анализируют, т.е. проводят определение содержания в ней металла с помощью тест-системы «Никель-тест» или иного, более точного, средства. Таким образом получается **проба №1**.

Примечание. Для большей точности при выполнении данного и последующих определений содержания никеля в почве рекомендуется пользоваться тест-комплексом «Никель» или использовать более сложные лабораторные методики химического анализа.

На втором этапе выполняют аналогичные работы, но работают с почвой, где уже выращены растения высотой не менее 5-7 см. При этом в почву с выращенными растениями равномерно вносят методом полива раствор модельного загрязнения, приготовленный из имеющейся в наборе соли никеля (приготовление раствора приведено выше).

Добавление раствора модельного загрязнения проводят до состояния полного смачивания всей массы почвы в ящике, но без появления излишнего раствора на поддоне.

Концентрация приготавливаемого модельного загрязнения – раствора соли никеля – устанавливается заблаговременно в ходе пробного эксперимента и зависит от сорбционных свойств используемого образца почвы и чувствительности выбранного метода анализа. Ориентировочные значения концентрации раствора соли никеля: при тестовом анализе с применением тест-системы – 5000 мг/л, при количественном анализе с применением тест-комплекта «Никель» либо аналогичной лабораторной методики – 500 мг/л.

При выполнении работы модельные растворы соли никеля после приготовления может анализироваться с применением тест-системы «Никель-тест» или иного, более точного, средства контроля (например, тест-комплекта «Никель»). Целью анализа модельного раствора является освоение выбранного метода и средства оценки концентрации данного загрязнения. При этом полуколичественно (либо количественно, в зависимости от применяемых средств контроля) определяется концентрация никеля в модельном растворе.

Количество вносимого раствора устанавливается предварительным тестом пробной почвенной вытяжки таким образом, чтобы концентрация никеля в вытяжке составляла порядка 100 мг/л (ориентировочно). При этом фиксируется (записывается) объем раствора, израсходованного на полив, и его концентрация.

На этом этапе также выполняют отбор и усреднение пробы, приготовления водной вытяжки и её анализ, получая, таким образом, **пробу №2** (исходный уровень).

**На третьем этапе** определяют содержание никеля в водной вытяжке и почве через определённые промежутки времени (например, еженедельно), получая, таким образом, **несколько проб (№№3-5 или более)**, характеризующих усвоение никеля растениями во времени (динамику усвоения).

По результатам всех проведённых экспериментов данные, полученные при определении концентрации никеля в почве во времени, фиксируют в таблице. По окончании экспериментов проводят построение графика зависимости содержания никеля в почве от времени, характеризующей динамику процесса усвоения.

#### **Дополнительные рекомендации**

1. Продолжительность эксперимента (количество отбираемых проб может быть увеличена для получения более представительных данных о процессе усвоения никеля растениями).

2. При возможности определения содержания никеля в почве несколькими методами (тест-системой, тест-комплект, лабораторной методикой) могут быть получены значения содержания никеля в почве этими методами для сопоставления точности результатов и обоснования выводов.

3. Данная работа может быть выполнена также на различных овощных культурах – как листовых. Так и корневых. Важно, чтобы для экспериментов были выбраны культуры, растущие быстро и дающие большой привес массы. Таким образом можно выполнить целое исследование процесса усвоения тяжёлых металлов из почвы различными овощными культурами, причём в качестве факторов усвоения могут быть выбраны условия произрастания, типы почв и т.п. Также может быть проведено экспериментальное исследование процесса накопления металла различными частями растения.

#### **Выполняемые операции**

Выполнение данных операций проводят с почвой несколько раз в ходе эксперимента: после внесения в неё модельного загрязнения солью никеля перед выращиванием овощных культур (в отсутствие зелёных растений), а также с почвой, на которой уже выращены зелёные растения.

#### **А. Отбор и подготовка проб почвы**

1. Из нескольких точек лабораторной установки с одинаковой глубины шпателем отберите пробы почвы в количестве не менее 100 г (ориентировочно 0,1-0,2 л). Проведите усреднение (объединение) образцов, отобранных из нескольких мест, для получения представительной работы.

2. Усреднённую пробу поместите в чашку Петри, заполнив её на  $\frac{1}{2}$  высоты (Рисунок 13), и высушивайте в сушильном шкафу при температуре  $105^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы (не менее 2 часов).

Высушенную пробу храните в закрытой чашке Петри или в матерчатом мешочке.

Примечание.

1. Высушивание почвенного образца выполняется заблаговременно, накануне для занятий либо на предыдущем занятии.

2. Высушивание почвенного образца при отсутствии сушильного шкафа можно проводить в комнатных условиях, поместив открытую чашку Петри с образцом в тёплое место на 1 сутки.

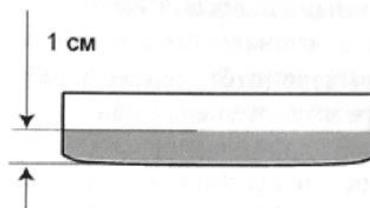


Рисунок 13. Чашка Петри с отобранной пробой

#### **Б. Приготовление почвенной вытяжки**

1. Взвесьте на весах чистый стакан на 100 мл. В стакан поместите высушенную почву на 1-3 высоты и снова взвесьте его, определив массу почвы в граммах.

2. С помощью цилиндра добавьте к почве дистиллированную воду в количестве 5 мл воды на каждый грамм почвы.

3. Перемешивайте содержимое стакана в течение 3-5 мин. с помощью стеклянной палочки.

4. Отфильтруйте содержимое стакана через бумажный фильтр, собирая готовую вытяжку в нижний стакан на 100 мл, как показано на рисунке 14. Обратите внимание на её внешний вид (цвет, мутность). Вытяжка должна быть однородной и не должна содержать частиц почвы.

Примечание. Первые несколько миллилитров фильтрата необходимо отбросить, т.к. они собирают загрязнения с фильтра.

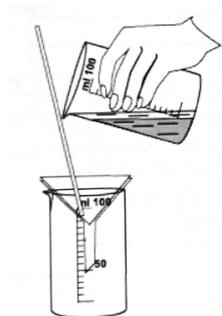


Рисунок 14. Фильтрация почвенной вытяжки

Вытяжка должна быть проанализирована в тот же день.

Содержание никеля в полученной вытяжке определяется с применением тест-системы «Никель-тест».

**Выполнение тестирования почвенной вытяжки с применением тест-системы «Никель-тест» (Рисунок 15)**

1. Отрежьте ножницами от индикаторной полоски рабочий участок размером не менее 5×5 мм.

Примечание. Внимательно изучите порядок проведения тестирования на обложке тест-системы!

2. Не снимая полимерного покрытия, зажмите кусочек полоски пинцетом и опустите его в раствор (вытяжку). Выдержите кусочек полоски в растворе 5-10 сек.

3. Через 3 мин. сравните окраску кусочка полоски с окраской контрольной шкалы цветных образцов на этикетке теста, выбрав образец, ближайший по интенсивности и характеру окраски тестируемого кусочка (при промежуточной окраске – соответствующий интервал концентраций). Определите ориентировочную величину концентрации никеля в растворе (водной вытяжке).

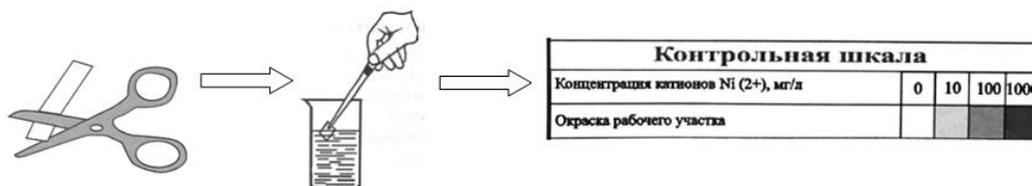


Рисунок 15. Выполнение тестирования почвенной вытяжки с применением тест-системы «Никель-тест»

4. Рассчитайте содержание никеля в пробе почвенного раствора  $C_{Ni2}$  в мг/л по формуле (4):

$$C_{Ni} = \frac{C_{B Ni} \cdot V}{m}, \quad (4)$$

где:  $C_{B Ni}$  – концентрация ионов никеля в водной вытяжке, мг/л;

$V$  – объём вытяжки, мл;

$m$  – масса образца, г.

**Содержание отчета**

**1. Определение содержания никеля в почвенной вытяжке и фиксирование результатов**

Полученные данные зафиксируйте в таблице 12 по следующей форме:

Таблица 12. Результаты эксперимента

Объём раствора модельного загрязнения _____ мл				
Количество Ni <sup>2+</sup> , внесённого в почву с раствором _____ мг				
№ пробы	Продолжительность, дни	Масса пробы почвы, г	Концентрация Ni <sup>2+</sup> в водной вытяжке, мг/л	Концентрация Ni <sup>2+</sup> в пробе почвы, мг/кг

1				
2				
3				
4				
5				

При возможности определения содержания никеля в почве несколькими методами получите значения  $C_{\text{П Ni}}$  этими методами для дальнейшего сопоставления точности результатов и обоснования выводов.

## 2. Построение графика зависимости содержания никеля в почве от времени

По данным таблицы 12 постройте графическую зависимость концентрации никеля в почве ( $C_{\text{П Ni}}$ ) от времени ( $\tau$ , дни), откладывая по оси абсцисс время, а по оси ординат – концентрацию никеля в почве (Рисунок 16).

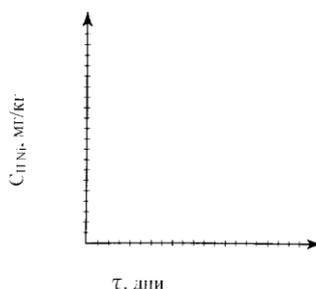


Рисунок 16. График зависимости концентрации никеля в почве от времени

Сделайте вывод о способности овощных культур усваивать тяжёлые металлы из почвы.

При наличии данных, полученных путём измерений разными средствами, сделайте вывод о сравнительной точности полученных данных в обоих случаях. Вывод обоснуйте.

### Контрольные вопросы

1. Каковы источники загрязнения почвы тяжёлыми металлами?
2. В чем заключается токсическое воздействие тяжелых металлов на человека?
3. Что такое ПДК<sub>П</sub>?
4. Каковы значения ПДК<sub>П</sub> для ртути, хрома и свинца?

### Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

#### Основная литература:

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

#### Дополнительная литература:

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

#### Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

#### **Лабораторная работа 4. Адсорбционная очистка питьевой и сточной воды**

Цель работы: Изучение адсорбционного метода очистки воды.

##### **Теоретическая часть**

Адсорбцией называется процесс поглощения растворенных веществ из растворов (питьевых и сточных вод) поглотителями – адсорбентами. Явление адсорбции связано с наличием сил притяжения между молекулами адсорбента и поглощаемого вещества – адсорбтива.

Основными характеристиками процесса адсорбции являются избирательность и обратимость. При определенных условиях возможно выделение поглощенного вещества из адсорбента. Такой процесс называется десорбцией, а по отношению к адсорбенту – регенерацией его.

Адсорбцию применяют для очистки питьевой воды, глубокой очистки сточных вод от растворённых органических веществ и газов, ароматических нитросоединений, красителей, поверхностно-активных веществ и др.

Особенно эффективна адсорбция при очистке сточных вод, извлечении из них ценных растворенных веществ и повторном использовании очищенной сточной воды.

В качестве сорбентов используют различные природные и синтетические твёрдые пористые материалы: активированные угли различных марок, силикагели, цеолиты, торф, глины, а также некоторые отходы производства – шлаки, золу, опилки, кору и лигнин.

Наиболее универсальными из адсорбентов являются активированные угли, сырьём для которых являются уголь, древесина, кости животных, отходы целлюлозно-бумажной, пищевой и других отраслей промышленности. Удельная поверхность сорбентов составляет от 20 до 2000 м<sup>2</sup>/г, размер пор от 0,002 до 2,0 мкм.

Адсорбенты характеризуются поглотительной или адсорбционной способностью, которая определяется количеством поглощённого адсорбтива в единице массы или объема адсорбента (г/кг или кг/м<sup>3</sup>). Максимально возможная при данных условиях поглотительная способность адсорбента называется равновесной статической ёмкостью.

Зависимость между равновесными концентрациями поглощённого вещества в твёрдой и жидкой фазах описывается изотермами адсорбции.

Скорость процесса адсорбции зависит от концентрации, природы и структуры растворённых веществ, температуры воды, вида и свойств адсорбентов.

Процесс адсорбции складывается из трёх стадий:

- переноса вещества из сточной воды к поверхности адсорбента (внешняя диффузия);
- диффузии вещества внутри адсорбента (внутренняя диффузия);
- адсорбции из поверхности пор.

Последняя стадия проходит очень быстро. Поэтому лимитирующей стадией процесса обычно является либо первая, либо вторая стадия.

Процесс адсорбционной очистки сточной воды осуществляют в аппаратах периодического или непрерывного действия. В аппаратах периодического действия сточную воду фильтруют через неподвижный слой гранулированного угля или другого сорбента до проскока извлекаемого вещества в фильтрат. После этого фильтрацию прекращают, из адсорбера сливают воду, а адсорбент регенерируют обработкой водяным паром, нагретыми инертными газами, органическими растворителями или водными растворами химических реагентов.

Выбор схемы адсорбционной очистки определяется характером производства, качественным составом сточных вод, требованиями, предъявляемыми к очищенным водам, и наличие других очистных сооружений.

Ионообменной сорбцией называется процесс обмена ионами, находящимися в растворе, и ионами функциональных групп твёрдой фазы – ионита.

Ионообменная очистка применяется для извлечения из сточных вод металлов (цинка, меди, хрома, никеля, свинца, ртути и др.), а также соединений мышьяка, фосфора, цианистых соединений и радиоактивных веществ. Метод позволяет рекуперировать ценные вещества при высокой степени очистки сточных вод. Этот метод широко применяется для умягчения и обессоливания воды в процессе водоподготовки и с целью повторного использования.

Ионообменные сорбенты – иониты – практически не растворимы в воде. В качестве ионитов используются как природные, так и полученные искусственным путём вещества.

К неорганическим природным и синтетическим ионитам относятся цеолиты, полевые шпаты, силикагели, гидроксиды некоторых металлов и др.

Органические природные иониты – это гуминовые кислоты почв, но они применяются сравнительно мало из-за небольшой химической и механической прочности, малой ёмкости.

При очистке сточных вод наибольшее практическое применение нашли органические искусственные иониты – синтетические ионообменные смолы, представляющие собой высокомолекулярные соединения.

Углеводородные радикалы образуют пространственный каркас, называемый матрицей. На матрице фиксированы неподвижные функциональные группы, связанные с противоположно заряженными подвижными ионами (противоионами). Противоионы могут обмениваться на ионы с тем же зарядом из раствора (сточной воды).

По знаку заряда обменивающихся ионов иониты делят на катиониты и аниониты. Катиониты обмениваются с растворами электролитов положительными ионами, аниониты – отрицательными ионами.

Важнейшим свойством ионитов является их поглощательная способность (обменная ёмкость). Она определяется количеством грамм-эквивалентов ионов, поглощаемых единицей массы или объёма ионита. Различают полную, статическую и динамическую объёмные ёмкости.

Полная ёмкость – это количество поглощённого иона при полном насыщении единицы объёма или массы ионита.

Статическая ёмкость – это объёмная ёмкость ионита при равновесии в данных рабочих условиях.

Динамическая ёмкость – это ёмкость ионита до проскока поглощаемых ионов в фильтрат.

Иониты выпускают в виде порошка с размером частиц 0,04-0,07 мм, зерен размером 0,2-2,0 мм, волокнистых материалов, листов и плиток.

После исчерпания в процессе обменной ёмкости ионита его регенерируют, обрабатывая растворами кислот, щелочей или солей.

Регенерация – это ионообменный процесс, проходящий в обратном направлении по отношению к основному рабочему процессу. Раствор, полученный при регенерации, называется элюатом.

Процесс ионного обмена, который включает чередующиеся стадии сорбции и регенерации ионитов, осуществляется в аппаратах периодического или непрерывного действия.

В напорном фильтре периодического действия высота слоя ионита составляет 1,5-2,5 м. Регенерация катионитов осуществляется промывкой кислотой или раствором поваренной соли.

#### **Оборудование и материалы**

1. Колба на 50 мл для отбора пробы очищенной воды;
2. Тест комплекты: «Железо», «Нитраты», «Нитриты», «Активный хлор»;
3. Тест-системы: «Активный хлор», «Железо общее», «Нитрат-тест», «Нитрит-тест»;
4. Реактивы для приготовления модельных растворов;
5. Очистное устройство (водоочиститель) типа – «Ручеёк», «Аквафор», «Гейзер» и т.п.

#### **Указания по технике безопасности**

Используемые при выполнении анализа растворы, реактив, посуда и другие составные части комплекта должны быть предварительно осмотрены.

При осмотре проверяют:

1. Целостность и герметичность упаковки растворов, реактивов;
2. Отсутствие повреждений мерной посуды, пробирок, контрольных шкал и т.п.;
3. Соответствие выбранного для использования реактива (раствора) или посуды требованиям методики анализа, т.е. наличие хорошо и однозначно читаемой этикетки, меток на мерной посуде и т.п.

После проведения анализа мерные склянки и пипетки следует промыть чистой водой, склянки с растворами необходимо герметично закрыть и уложить в места для их хранения.

Входящие в состав комплекта реактивы герметично упакованы во флаконы и не представляют опасности при хранении. Хотя комплект не содержит ядовитых и сильнодействующих веществ, при работе с комплектом необходимо руководствоваться основными правилами безопасности, предусмотренными для работ в химической лаборатории. В частности, при работе в лаборатории не допустимо:

1. Попадание химикатов и растворов на слизистые оболочки, кожу, одежду;
2. Принятие пищи (питья);
3. Вдыхание воздуха и химикатов, особенно имеющих резкий запах и находящихся в мелкокристаллическом состоянии (образующих пыль);
4. При работе со стеклянными изделиями и посудой необходимо соблюдать осторожность во избежание порезов.

При проведении экспериментов по моделированию загрязнений воздуха предусмотрено использование концентрированных и разбавленных кислот – серной, соляной, азотной, муравьиной. При попадании кислот на кожу необходимо быстро промокнуть раствор любым тампоном (салфеткой, ветошью и т.п.), место попадания обильно промыть струей воды и вымыть с мылом.

Особенно опасны кислоты при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно обильно промыть не сильной струей воды, затем 2%-ным водным раствором соды и срочно обратиться к врачу-специалисту.

#### **Задания**

Данная работа выполняется в несколько этапов, работа по которой может проводиться в соответствии с принятым преподавателем планом.

1. На первом этапе проводится ознакомление с эксплуатацией водоочистителя. методиками моделирования загрязнений воды (приготовление модельных загрязнений), а также методиками анализа воды с применением тест-комплектов и тест-систем.

2. На втором этапе (при необходимости) приготавливают модельные загрязнения воды в концентрациях, необходимых для проведения анализа, с использованием имеющихся в наборе реактивов по методике, приведённой ниже.

3. На третьем этапе через водоочиститель пропускают незагрязнённую воду, после чего определяют концентрации выбранных загрязняющих веществ с применением тест-комплектов и/или тест-систем.

4. На четвертом этапе выполняют работы, аналогично этапу 3, но с использованием загрязнённой воды.

5. Затем проводят расчёт эффективности очистки.

#### **А. Эксплуатация водоочистителя**

1. В качестве водоочистителя рекомендуется использовать прибор для очистки питьевой воды типа «Гейзер». При первичном использовании прибора налейте в кувшин водопроводную воду, слейте в раковину очищенную и заполните кувшин снова водой. Наличие в воде угольной пыли не является признаком неисправности прибора.

При последующей эксплуатации прибора сливать воду нет необходимости.

2. Проведите анализ на содержание железа, нитратов, нитритов, активного хлора в исходной воде или приготовленном модельном растворе, используйте тест-комплекты и тест-системы для определения соответствующих веществ.

3. Налейте в кувшин водоочистителя загрязнённую воду или модельный раствор.

4. Отберите пробу чистой воды в объёме 50 мл после прохождения воды через фильтр.

5. Проведите анализ повторно с очищенной водой, используя тест-комплекты и тест-системы для определения соответствующих веществ.

Схема методики проведения работы представлена на рисунке 17.

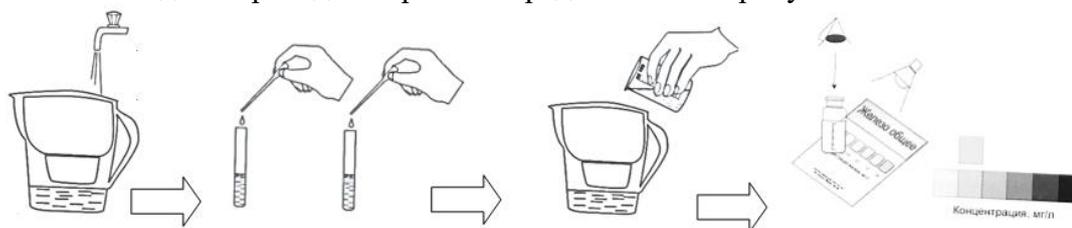


Рисунок 17. Схема методики проведения работы

#### **Б. Приготовление модельных растворов**

##### **Приготовление модельного раствора нитрат-ионов**

Модельные растворы приготавливают из нитрата калия.

##### Приготовление основного модельного раствора нитрата калия.

Содержимое флакона (1,6 г) нитрата калия количественно перенесите в мерную ёмкость вместимостью 1000 мл, растворите в 200-300 мл дистиллированной воды и доведите объём раствора дистиллированной водой до 1000 мл. Раствор храните в склянке с пришлифованной пробкой. Концентрация по нитрат-иону в основном модельном растворе 1000 мг/л.

Приготовление объёма (V) рабочего модельного раствора нитрата калия с заданной концентрацией (с).

Объём основного модельного раствора нитрата калия ( $V_3$ , мл) с концентрацией нитрат-иона 1000 мг/л, необходимый для приготовления рабочего модельного раствора, рассчитывают по формуле (7):

$$V_3 = \frac{c \cdot V}{1000}, \quad (7)$$

где  $c$  – концентрация рабочего модельного раствора в мг/л;

$V$  – объём рабочего модельного раствора в мл;

1000 – концентрация нитрат-ионов в основном модельном растворе, мг/л.

Растворы нитрат-иона должны быть использованы в день приготовления.

### Пример расчёта

Для приготовления 1 л модельного раствора нитрата калия с концентрацией 5 мг/л рассчитываем значение  $V_3$ :

$$V_3 = \frac{5 \cdot 1000}{1000} = 5 \text{ мл}$$

Следовательно, необходимо взять 5 мл основного модельного раствора нитрата калия, поместить в ёмкость и разбавить дистиллированной водой до 1 л.

### **Приготовление модельного раствора нитрит-ионов**

Модельные растворы приготавливают из нитрита натрия.

#### Приготовление основного модельного раствора нитрита натрия.

Содержимое флакона (1,5 г) нитрита натрия количественно перенесите в мерную ёмкость вместимостью 1 л, растворите в 200-300 мл дистиллированной воды и доведите объём раствора дистиллированной водой до 1 л. Раствор храните в склянке с пришлифованной пробкой. Концентрация по нитрит-иону в основном модельном растворе 1000 мг/л.

#### Приготовление объёма ( $V$ ) рабочего модельного раствора нитрита натрия с заданной концентрацией ( $c$ ).

Объём основного модельного раствора нитрита натрия ( $V_4$ , мл) с концентрацией нитрит-иона 1000 мг/л, необходимый для приготовления рабочего модельного раствора, рассчитывают по формуле (8):

$$V_4 = \frac{c \cdot V}{1000}, \quad (8)$$

где  $c$  – концентрация рабочего модельного раствора в мг/л;

$V$  – объём рабочего модельного раствора в мл;

1000 – концентрация нитрит-ионов в основном модельном растворе, мг/л.

Растворы нитрит-иона должны быть использованы в день приготовления.

### Пример расчёта

Для приготовления 1 л модельного раствора нитрита натрия с концентрацией 1 мг/л рассчитываем значение  $V_4$ :

$$V_4 = \frac{1 \cdot 1000}{1000} = 1 \text{ мл}$$

Следовательно, необходимо взять 1 мл основного модельного раствора нитрита натрия, поместить в ёмкость и разбавить дистиллированной водой до 1 л.

## **В. Контроль содержания химических веществ**

Содержание железа, нитратов, нитритов, активного хлора в исходной и очищенной воде определяют, используя тест-комплекты и тест-системы на соответствующие примеси.

### **Методика применения тест-комплектов.**

#### **1. Тест-комплект «Нитраты»**

ПДК нитратов (по  $\text{NO}_3^-$ ):

- для питьевой воды и воды водоёмов хозяйственно-питьевого назначения – 45 мг/л;
- для водоёмов рыбохозяйственного назначения – 40 мг/л (9,1 мг/л по азоту);
- для почвы – 130 мг/кг.

Лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический.

#### Метод определения

Метод определения нитрат-ионов (ГОСТ 1030) является визуально-колориметрическим и позволяет выполнять экспресс-анализ питьевой, нормативно-очищенной сточной, природной и др. вод, а также нитратов и нитратного азота в почве.

Определение нитрат-ионов в жидкой пробе (воде или почвенной вытяжке) основано на предварительном восстановлении цинковой пылью нитрат-ионов до нитрит-ионов с последующим образованием азокрасителя. Восстановление нитрат-иона до нитрит-иона протекает в слабокислой среде по реакции (4.6):



Далее образовавшийся нитрит-ион в слабокислой среде реагирует с реактивом Грисса (смесью сульфаниловой кислоты и  $\alpha$ -нафтиламина).

Диапазон определяемых концентраций нитрат-ионов в жидкой пробе составляет от 0 до 45 мг/л при объёме пробы 6 мл. Продолжительность выполнения анализа – не более 25 мин.

*Перечень используемого оборудования, принадлежностей, растворов из состава тест-комплекта.*

Пипетка-капельница полимерная на 3 мл, пробирка градуированная с пробкой (2 шт.), склянка для колориметрирования с меткой «10 мл» (2 шт.), флакон для приготовления реактива на нитрат-ионы, шпатель.

Порошок цинкового восстановителя, раствор  $\alpha$ -нафтиламина, раствор сульфаниловой кислоты.

Контрольная цветовая шкала образцов окраски проб «Нитрат-ионы» (0–1,0–5,0–10–20–45 мг/л).

*Подготовка к анализу*

Подготовка к анализу состоит в приготовлении реактива на нитрат-ионы, имеющего ограниченный срок годности.

**Приготовление реактива на нитрат-ионы.** С помощью градуированных пробирок отмеряются равные объёмы растворов  $\alpha$ -нафтиламина и сульфаниловой кислоты и смешиваются во флаконе для приготовления реактива на нитрат-ионы. Реактив готовится в количествах, необходимых для проведения анализа, и используется в день приготовления.

*Отбор проб*

Для отбора проб при определении нитрат-ионов используются бутылки из полимерного материала или стекла. Предпочтительно выполнение определений на месте отбора проб.

Допускается хранение проб в течение не более 1 суток при условии их консервации подкислением до pH менее 2 и охлаждении до 2-5°C либо при консервации добавлением 2-4 мл хлороформа на 1 л пробы и охлаждении до 2-5°C.

Примечание. Не допускается использовать для подкисления проб азотную кислоту.

При отборе проб грунтовых и поверхностных вод на месте отбора проводится фильтрация проб через мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм и охлаждении до 2-5°C. Срок хранения таких проб – не более 2 суток.

*Выполнение анализа (схема выполнения определения представлена на рисунке 20).*

1. Ополосните градуированную пробирку несколько раз анализируемой водой или почвенной вытяжкой. Налейте в пробирку 6 мл анализируемой пробы, прибавьте дистиллированную воду до объёма 11 мл и перемешайте.

Примечание. Для точных анализов объем пробы отмерьте с помощью градуированной пипетки.

2. К содержимому пробирки пипеткой добавьте 2,0 мл свежеприготовленного реактива на нитрат-ионы, закройте пробирку пробкой и встряхните для перемешивания раствора.

3. Прибавьте в пробирку около 0,2 г порошка цинкового восстановителя, используя шпатель (0,2 г порошка заполняют примерно 1/3 объёма шпателя без горки). Закройте пробирку пробкой и перемешайте.

4. Оставьте пробирку на 5 мин. для полного протекания реакции, периодически встряхивая содержимое пробирки.

5. Перелейте раствор из пробирки в склянку для колориметрирования до метки «10 мл», стараясь не допустить попадания осадка в склянку.

6. Проведите колориметрирование пробы. При визуально-колориметрическом определении склянку с пробой поместите на белое поле контрольной шкалы. Освещая склянку рассеянными белым светом достаточной интенсивности, наблюдайте окраску раствора сверху вниз. Определите ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации нитрат-ионов (С) в мг/л.

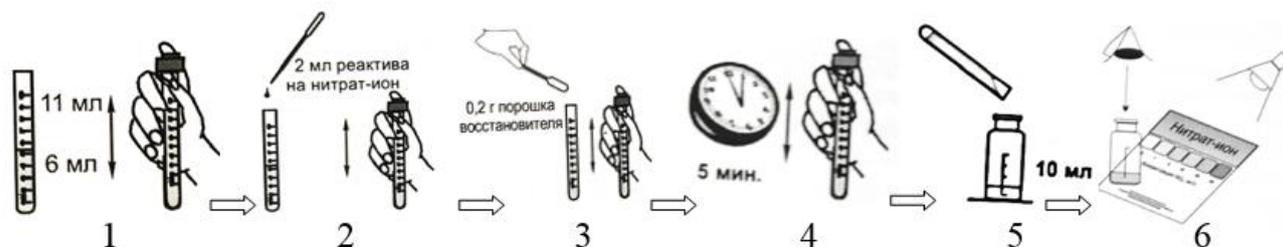


Рисунок 20. Схема выполнения анализа

#### *Контроль точности анализа*

Контроль точности анализа может быть выполнен путём анализа стандартного раствора нитрат-иона при концентрациях, равных значениям, приведённым для образцов на контрольной шкале.

#### **2. Тест-комплект «Нитриты»**

ПДК нитритов (по  $\text{NO}_2^-$ ) в воде водоёмов составляет 3,3 мг/л (или 1 мг/л нитритного азота), лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический.

#### *Метод определения*

Метод определения нитрит-иона является визуально-колориметрическим и пригоден для анализа питьевой, природной и нормативно-очищенной сточной воды (МВИ-10-149-10). Определение основано на реакции нитрит-иона с реактивом Грисса (смесью винной и сульфаниловой кислот, а также  $\alpha$ -нафтиламина). При этом протекают реакции диазотирования и азосочетания, в результате которых образуется азосоединение, имеющее розово-фиолетовую окраску.

Окрашенная проба колориметрируется визуально по цветовой контрольной шкале либо фотометрически.

Диапазон определяемых концентраций нитрит-иона: при визуально-колориметрическом определении – от 0,02 до 2 мг/л; при фотоколориметрическом определении (525 нм) – от 0,02 до 0,6 мг/л.

Объём пробы составляет 5 мл, продолжительность анализа – не более 20 мин.

*Перечень используемого оборудования, принадлежностей, растворов из состава тест-комплекта.*

Пипетка градуированная на 10 мл, пробирка колориметрическая с меткой «5 мл» с пробкой (2 шт.).

Реактив Грисса в капсулах по 0,04-0,05 г.

Контрольная цветовая шкала образцов окраски «Нитрит-ион» (0; 0,02; 0,10; 0,50; 2,0 мг/л).

При фотоколориметрическом определении: фотоколориметр с кюветой 10 мм.

#### *Отбор проб*

Для отбора проб при определении нитрит-ионов используются бутылки из полимерного материала или стекла. Предпочтительно выполнение определений на месте отбора проб.

Допускается хранение проб в течение не более 1 суток при условии их консервации подкислением до pH менее 2 и охлаждении до 2-5°C.

Допускается также хранение проб в течение не более 2 суток при условии их консервации добавлением 2-4 мл хлороформа на 1 л воды и хранения в холодильнике (2-5°C).

Примечание. Не допускается использование азотной кислоты для подкисления проб. *Выполнение анализа (схема выполнения определения представлена на рисунке 21).*

1. Ополосните колориметрическую пробирку несколько раз анализируемой водой. Налейте в пробирку пробу воды до метки «5 мл».

Примечание. Для точных анализов объем пробы отмерьте с помощью градуированной пипетки.

2. Добавьте в пробирку к пробе содержимое одной капсулы реактива Грисса.

3. Закройте пробирку пробкой и перемешайте раствор в пробирке встряхиванием до растворения кристаллов реактива.

4. Пробирку с раствором оставьте на 20 мин. до полного завершения реакции.

5. Проведите колориметрирование пробы. При визуально-колориметрическом определении пробирку поместите на белое поле контрольной шкалы. Освещая пробирку рассеянными белым светом достаточной интенсивности, наблюдайте окраску раствора сверху вниз. Определите ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации нитрит-ионов в мг/л.

6. При фотоколориметрическом определении окрашенную пробу поместите в кювету (10 мм) и определите значение её оптической плотности на фотоколориметре при длине волны 525 нм относительно холостой пробы.

Далее, с использованием градуировочной характеристики, заблаговременно построенной, рассчитайте массовую концентрацию нитрит-ионов в мг/л.



Рисунок 21. Схема выполнения анализа

#### *Контроль точности анализа*

Контроль точности при определении нитритов проводят путём анализа стандартного раствора с известным содержанием нитрит-ион (ГСО).

#### **1. Тест-система «Нитрат-тест»**

Тест-система «Нитрат-тест» применяется при предварительном оценочном экспресс-определении уровня концентрации нитратов в растворе модельного загрязнения.

*Выполнение анализа (Схема выполнения анализа представлена на рисунке 24)*

1. Отрежьте ножницами от индикаторной полоски рабочий участок размером не менее 5×5 мм.

Примечание. Внимательно изучите порядок проведения тестирования на обложке тест-системы.

2. Не снимая полимерного покрытия, зажмите кусочек полоски пинцетом и опустите его в раствор. Выдержите кусочек полоски в растворе 5-10 секунд.

3. Через 3 мин. сравните окраску кусочка полоски с окраской контрольной шкалы цветных образцов на этикетке теста, выбрав образец, ближайший по интенсивности и характеру окраски тестируемого кусочка (при промежуточной окраске – соответствующий интервал концентраций). Определите ориентировочную величину концентрации нитрат ионов в растворе.

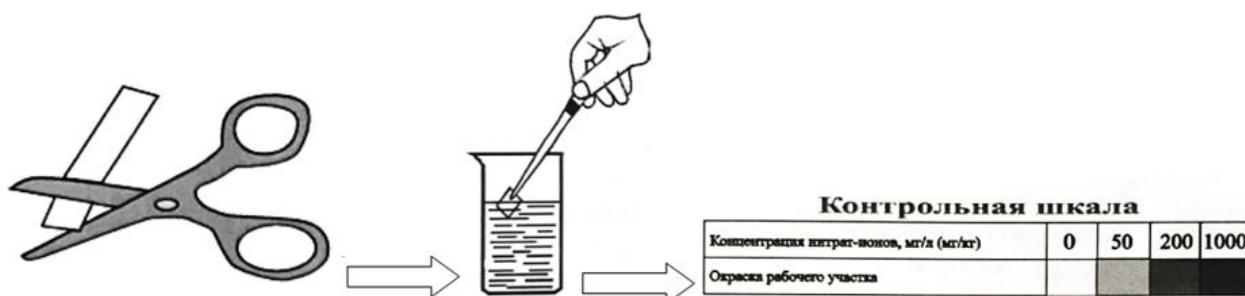


Рисунок 24. Схема выполнения анализа

## 2. Тест-система «Нитрит-тест»

Тест-система «Нитрит-тест» применяется при предварительном оценочном экспресс-определении уровня концентрации нитритов в растворе модельного загрязнения.

*Выполнение анализа (Схема выполнения анализа представлена на рисунке 25)*

1. Отрежьте ножницами от индикаторной полоски рабочий участок размером не менее 5×5 мм.

Примечание. Внимательно изучите порядок проведения тестирования на обложке тест-системы.

2. Не снимая полимерного покрытия, зажмите кусочек полоски пинцетом и опустите его в раствор. Выдержите кусочек полоски в растворе 5-10 секунд.

3. Через 3 мин. сравните окраску кусочка полоски с окраской контрольной шкалы цветных образцов на этикетке теста, выбрав образец, ближайший по интенсивности и характеру окраски тестируемого кусочка (при промежуточной окраске – соответствующий интервал концентраций). Определите ориентировочную величину концентрации нитрат ионов в растворе.



Рисунок 25. Схема выполнения анализа

## Содержание отчета

*Расчет эффективности очистки*

Расчет эффективности очистки (ЭО) производится по формуле (11):

$$ЭО = \frac{C_n - C_k}{C_n} \times 100\%, \quad (11)$$

где:  $C_n$  – концентрация химического вещества-загрязнителя в исходной воде;

$C_k$  – концентрация того же вещества в очищенной воде.

Если задание предусматривает установление влияния скорости подачи водопроводной воды на эффективность очистки, то проводят опыты при нескольких значениях скоростей (трёх-четырёх) и оценивают влияние скорости подачи на эффективность очистки.

Для сравнительной оценки эффективности очистки и качества питьевой воды используются величины ПДК в питьевой воде.

## Контрольные вопросы

1. Для каких видов сточных вод рекомендуется применение адсорбционный метод очистки?
2. В чем отличие химической адсорбции от физической?
3. Какие факторы влияют на величину адсорбции?
4. Что определяет динамическую емкость адсорбента?
5. Что такое статическая емкость адсорбента?
6. Каково влияние температуры на величину адсорбции?
7. Какие отходы используются для адсорбционной очистки сточных вод?
8. Чем определяется конкретная форма изотермы адсорбции?

**Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме**

**Основная литература:**

1. Тулякова, О. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Тулякова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21904.html>
2. Челноков, А. А. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, К. Ф. Саевич, Л. Ф. Ющенко ; под ред. К. Ф. Саевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 655 с. — 978-985-06-2400-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35508.html>

**Дополнительная литература:**

1. Степановских, А. С. Общая экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 687 с. — 5-238-00854-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105.html>
2. Большаков, В. Н. Экология [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко ; под ред. Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2013. — 504 с. — 978-5-98704-716-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14327.html>

**Интернет-ресурсы:**

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование
- 6 <http://ecograde.bio.msu.ru> – Информационная система «Фундаментальные проблемы оценки состояния экосистем и экологического нормирования»

*МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ*

по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Экология»  
для студентов очной/заочной формы обучения  
направления подготовки  
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

*Составители*  
*Отв. редактор*

*К.С. Сылко, ассистент.*  
*А.Л. Проскурнин, канд.хим.наук, доцент.*

Редактор Л.Д. Бородастова

---

Подписано в печать

Формат 60 × 84 1/16

Уч.-изд. л. 0,4 п.л.

Усл. печ. л. 0,5 п.л.

Тираж 50 экз.

---

Северо-Кавказский федеральный университет

Невинномысский технологический институт (филиал)

357108, г. Невинномысск, ул. Гагарина, 1

---