

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра экологии, ботаники и охраны природы

Л. М. Кавеленова, Н. В. Власова

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

*Утверждено редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

Самара  
Издательство «Самарский университет»  
2014

УДК 574  
ББК 28.081  
К12

Рецензенты : д-р биол. наук, проф. С. В. Саксонов,  
канд. биол. наук С. А. Розно

**Кавеленова, Л. М.**  
К12 Экологический мониторинг : учебное пособие / Л. М. Кавеленова,  
Н. В. Власова. – Самара : Издательство «Самарский университет»,  
2014. – 32 с.

Учебное пособие предназначено для бакалавров по специальности «Биология», изучающих курс экологического мониторинга, и содержит вопросы и задания для рассмотрения на практических занятиях. Тематика занятий позволяет обучающимся ознакомиться с основами организации системы экологического мониторинга, практикой контроля качества различных природных сред, методами выявления компонентов техногенного загрязнения и расчетами нормативных показателей.

Помимо непосредственного использования на аудиторных занятиях, учебное пособие рекомендуется для самостоятельной работы, закрепления знаний и подготовки к зачету. Оно также может быть полезно в рамках УИРС, НИРС и при работе с учащимися старших классов биологического профиля в школах, лицеях, колледжах.

УДК 574  
ББК 28.081

© Кавеленова Л. М., Власова Н. В., 2014  
© Самарский государственный  
университет, 2014  
© Оформление. Издательство  
«Самарский университет», 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
1. Экологический мониторинг и экологический контроль – основные понятия и документы	5
2. Загрязнение окружающей среды. Важнейшие источники и компоненты загрязнения атмосферного воздуха	6
3. Простейшие приборы для определения метеорологических показателей	7
4. Основы организации контроля за состоянием окружающей среды в Российской Федерации	9
5. Особенности состава выбросов в атмосферу от различных источников загрязнения	10
6. Естественное и техногенное загрязнение гидросферы	14
7. Различные критерии в оценке качества водной среды. Очистка воды от загрязнения	15
8. Флуктуирующая асимметрия в биомониторинге	19
9. Прямое биотестирование почвы (водной вытяжки)	21
10. Контроль техногенного загрязнения растительных организмов. Обнаружение нитратов в растениях	24
Содержание учебного курса	26
Список рекомендуемой литературы	28
Приложение 1	29
Приложение 2	30

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В учебном плане специальности «Биология» для бакалавров Самарского государственного университета изучение вопросов экологического мониторинга предусмотрено на втором году обучения. Данное учебное пособие составлено по результатам разработки авторского практикума, темы занятий которого отобраны с учетом необходимости ознакомить студентов с нормативными документами, основами практической организации экологического мониторинга, а также наиболее простыми экспресс-методами выявления техногенных загрязнителей в природных средах. Апробация практикума показала эффективность его использования как руководства для проведения занятий и самостоятельной работы студентов при подготовке по отдельным темам. При выполнении практических работ студенты используют как рекомендованные нами, так и самостоятельно найденные источники информации, с помощью которых оценивают качество окружающей среды, в том числе состояние атмосферного воздуха и воды, знакомятся с методами расчета характеризующих их индексов.

Надеемся, что подготовленное нами издание будет не только полезным, но и интересным для студентов, изучающих курс экологического мониторинга. Возможно, некоторые задания нашего практикума могут быть использованы в учебно-исследовательской работе учащихся старших классов.

# 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ – ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ДОКУМЕНТЫ

## Основные материалы для подготовки к занятию

1. Выдержки из Федерального Закона РФ от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ об охране окружающей среды
2. Положение об организации государственного мониторинга окружающей среды

## ЗАДАНИЕ

В названных документах подобрать пункты, в которых содержатся ответы на приведенные ниже вопросы, составить письменные ответы на эти вопросы в рабочих конспектах и подготовиться к их устному обсуждению на семинаре

### *А. Основные понятия*

1. Что такое экологический мониторинг?
2. В каком случае экологический мониторинг называется государственным?
3. Что такое экологический контроль? Как он иначе называется?
4. Как, по вашему мнению, связаны между собой экологический мониторинг и экологический контроль?
5. Связаны ли между собой, на ваш взгляд, экологический аудит и экологический мониторинг? Если да – как именно?

### *Б. Разделение полномочий в экологическом мониторинге и экологическом контроле*

1. Какие полномочия в области охраны окружающей среды (в области экологического мониторинга и экологического контроля) принадлежат органам государственной власти РФ?
2. Какие полномочия в области охраны окружающей среды (в области экологического мониторинга и экологического контроля) принадлежат органам государственной власти субъектов РФ? (Постарайтесь четко сформулировать различия полномочий!)

### *В. Экологический контроль, его уровни*

1. Кем осуществляется государственный экологический контроль?
2. Как вы понимаете пункт 5 статьи 65 Закона об ООС?
3. Каким целям служит производственный экологический контроль?
4. Каковы цели организации муниципального и общественного экологического контроля?
5. Кем осуществляется муниципальный и общественный экологический контроль?

### *Г. Положение об организации государственного экологического мониторинга*

1. Перечислите объекты, которые рассматривает экологический мониторинг

2. Какие федеральные органы непосредственно участвуют в организации и осуществлении экологического мониторинга?
3. Как проявляются особые функции Министерства природных ресурсов РФ (в организации экологического мониторинга)?
4. Перечислите задачи, решаемые при проведении экологического мониторинга. Как, по вашему мнению, они могут способствовать благоприятному состоянию окружающей среды?

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Являются ли синонимами понятия «Экологический мониторинг», «Контроль качества окружающей среды», «Охрана природы»? Какова связь между данными понятиями?
2. Как распределяются полномочия между органами власти государственного и федерального уровня?
3. Кто уполномочен законом осуществлять государственный экологический мониторинг?

## **2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ВАЖНЕЙШИЕ ИСТОЧНИКИ И КОМПОНЕНТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

### **Основные материалы для подготовки к занятию**

1. Федеральный Закон РФ от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ об охране окружающей среды
2. Орлов Д.С., Садовников Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. 344 с.
3. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России (любой год издания).
4. Степановских А.С. Прикладная экология и охрана окружающей среды. М.: Юнити, 2003. 751 с.

### **ЗАДАНИЕ**

В названных изданиях и других выбранных вами руководствах найти разделы, в которых содержатся ответы на приведенные ниже вопросы, составить письменные ответы на эти вопросы в рабочих конспектах и подготовиться к их устному обсуждению на семинаре.

1. Что такое загрязнение окружающей среды? Приведите определение понятия в Законе РФ «Об охране окружающей среды», примеры из повседневной жизни.
2. Природные источники загрязнения атмосферного воздуха: важнейшие процессы его формирования, компонентный состав, последствия присутствия в воздухе.
3. Техногенные источники загрязнения атмосферного воздуха, компонентный состав их выбросов в атмосферу и последствия присутствия в воздухе.

4. Газы и аэрозоли – загрязнители воздуха, различия в их поведении и эффектах.

5. Важнейшие свойства и экологическая оценка влияния наиболее распространенных загрязнителей воздуха. Составьте характеристику перечисленных веществ по плану: основные физические и химические свойства, природные и техногенные источники, действие на компоненты природных экосистем, здоровье человека и пр.: оксиды серы, сероводород, сероуглерод, оксиды азота, аммиак, оксид углерода, соединения фтора, метан, озон, пыль разного состава.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие вещества среди загрязнителей атмосферного воздуха относятся к опасным для озонового слоя?

2. Какие вещества среди загрязнителей атмосферного воздуха относятся к парниковым газам?

3. Какие вещества среди загрязнителей атмосферного воздуха участвуют в образовании кислотных дождей?

4. Какие вещества среди загрязнителей атмосферного воздуха являются аэрозолями?

5. Приведите пример источника естественного загрязнения воздуха и укажите, какие загрязняющие вещества при этом поступают в атмосферу. Насколько они опасны?

6. Приведите пример источника техногенного загрязнения воздуха и укажите, какие загрязняющие вещества при этом поступают в атмосферу. Насколько они опасны?

7. Приведите пример источника естественного загрязнения воздуха и укажите, какие загрязняющие вещества при этом поступают в атмосферу. Насколько они опасны?

8. Приведите пример источника техногенного загрязнения воздуха и укажите, какие загрязняющие вещества при этом поступают в атмосферу. Насколько они опасны?

9. Расшифруйте обозначения: СОЗ, ПАУ, ИЗА.

### **3. ПРОСТЕЙШИЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

#### **Основные материалы для подготовки к занятию**

1. Лосев А.П., Журина В.В. Агрометеорология. М.: Колос, 2001. 304 с.
2. Чирков Ю.И. Агрометеорология. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 293 с.

#### **ЗАДАНИЕ**

В названных изданиях и других выбранных вами руководствах найти разделы, в которых содержатся ответы на приведенные ниже вопросы, составить письменные ответы на эти вопросы в рабочих конспектах и подготовиться к их устному обсуждению на семинаре

1. Каковы назначение, конструктивные особенности, диапазоны использования и особенности работы следующих приборов: термометр ртутный, термометр спиртовой, термометр максимальный, термометр минимальный, термометр почвенный.

2. Составьте сравнительную характеристику метеоприборов, которые могут быть использованы при контроле качества атмосферного воздуха, в форме табл. 1 и приготовьтесь устно охарактеризовать данные приборы:

*Таблица 1*

<b>Название прибора / определяемый параметр</b>	<b>Чувствительный элемент</b>	<b>Способ фиксации данных</b>	<b>Недостатки (по сравнению с аналогичн.)</b>	<b>Преимущества (по сравнению с аналогичными)</b>
Барометр ртутный чашечный				
Барометр-анероид				
Барограф				
Гигрометр				
Психрометр Ассмана				
Анемометр чашечный				
Анемометр электронный				

3. К какой группе термометров по устройству и особенностям работы принадлежит медицинский ртутный термометр? Почему в медицинских целях используется ртутный, а не спиртовой термометр, ведь ртуть – опасный металл? Какие термометры будут давать более точные показания: жарким летом? В экстремальные морозы зимой? И почему вы так считаете?

4. Решите задачи:

а) рассчитайте, чему равна величина «нормального» атмосферного давления, равная 760 мм рт. ст., при ее выражении в других единицах измерения? Рассчитайте, чему равна величина атмосферного давления, равная 720 мм рт. ст., при ее выражении в других единицах измерения?

б) рассчитайте, чему равна температура  $+5^{\circ}\text{C}$  при ее выражении в других шкалах? Рассчитайте, чему равна температура  $+25^{\circ}\text{C}$  при ее выражении в других шкалах?

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. К какой группе термометров относится ртутный медицинский?
2. Какое главное отличие между конструкцией барометра и барографа? Термометра и термографа?
3. Каковы основные правила работы с психрометром Ассмана?



## 4. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

### Основные материалы для подготовки к занятию

Государственные доклады о состоянии окружающей природной среды в РФ за 2008–2011 гг. (материал доступен на сайте Министерства природопользования РФ, имеется на диске в распоряжении кафедры);

Государственные доклады о состоянии окружающей среды в Самарской области за 2008–2012 гг. (материал доступен на сайте Министерства лесного хозяйства, экологии и природопользования Самарской области);

Материалы 1 главы из уч. пособия: Кавеленова Л.М., Кведер Л.В. Методы контроля за состоянием окружающей среды. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006.

### ЗАДАНИЕ

В названных изданиях и других выбранных вами руководствах найти разделы, в которых содержатся ответы на приведенные ниже вопросы, составить письменные ответы на эти вопросы в рабочих конспектах и приготовиться к их устному обсуждению

1. Дайте определение понятию мониторинга. Насколько оно синонимично понятию «контроль качества окружающей среды»?
2. Какие виды мониторинга вам известны? Какие критерии лежат в основе классификации?
3. Перечислите точки осуществления фоновых мониторингов на территории России.
4. Изобразите в виде таблицы работу компонентов ЕГСЭМ (табл. 2).

Таблица 2

Контролирующее ведомство	Компонент природной среды	Вопросы, подлежащие контролю	Особенности деятельности

5. Составьте краткую цифровую справку по основным направлениям работы, осуществляемой Приволжским территориальным Центром по мониторингу загрязнения окружающей среды на территории нашей области.

6. Сравните стационарный, маршрутный и подфакельный пост контроля за атмосферным воздухом: по целям организации; размещению; численности в населенных пунктах; ведомственной принадлежности.

### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое трансграничный перенос загрязнения? Чем определяется основное направление переноса техногенных загрязнителей на территорию России?
2. Показатели какого мониторинга представляют по существу «контрольные» значения загрязнения природных сред, вне зоны активного техногенного вмешательства?

## 5. ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

### Основные материалы для подготовки к занятию

1. Орлов Д.С., Садовников Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. 344 с.
2. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России (любой год издания).
3. Степановских А.С. Прикладная экология и охрана окружающей среды. М.: Юнити, 2003. 751 с.
4. Государственные доклады о состоянии окружающей природной среды в РФ за 2008–2011 гг. (материал доступен на сайте Министерства природопользования РФ, имеется на диске в распоряжении кафедры).
5. Кавеленова Л.М., Кведер Л.В. Методы контроля за состоянием окружающей среды. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006.

### ЗАДАНИЕ

В названных изданиях и других выбранных вами руководствах найти разделы, в которых содержатся ответы на приведенные ниже вопросы, составить письменные ответы на эти вопросы в рабочих конспектах и подготовиться к их устному обсуждению

1. По каким признакам и в какие группы классифицируют источники загрязнения атмосферы (ИЗА)?
2. Подберите необходимую информацию и охарактеризуйте компонентный состав выбросов, поступающих в атмосферу при сжигании различных видов топлива.
3. Подберите необходимую информацию и охарактеризуйте компонентный состав выбросов, поступающих в атмосферу при работе различных транспортных средств (с двигателями, использующими различные виды топлива).
4. Ознакомьтесь с простейшими методиками расчета выбросов от промышленных объектов и автотранспорта (Методы контроля..., раздел 3.8.). В каком случае используется каждый из них?
5. Что, помимо «источников загрязнения атмосферы», обозначает аббревиатура ИЗА? Как в контроле состояния окружающей среды используется данное понятие?
6. Выполнить расчет ИЗА по следующим данным мониторинга качества атмосферного воздуха: Тольятти, 2008. За период отобрано и проанализировано 38 050 проб атмосферного воздуха на содержание в них 24 ингредиентов: аммиака, ароматических углеводородов (бензола, ксилола, толуола, этилбензола), бенз(а)пирена, взвешенных веществ (пыль), фторида водорода, диоксида азота, диоксида серы, оксида азота, оксида углерода, растворимых сульфатов, углеводородов (суммарно C1–C10), формальдегида и тяжелых металлов (железо, кадмий, магний, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк). Воздушный бассейн города загрязнен формальдегидом, содержание которого

превысило санитарную норму в 2,2 раза, аммиаком – в 1,8 раза, бенз(а)пиреном – в 1,6 раза и диоксидом азота – в 1,1 раза. Содержание остальных примесей находилось в пределах нормы.

*Примечание.* Для выполнения расчета ИЗА по 5 компонентам следует добавить еще один из определяемых в воздухе загрязнителей (3 класса), что добавит к сумме показателей 1.

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗА

Любое промышленное предприятие осуществляет выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. По степени опасности (токсичности) для человека различают 4 класса загрязняющих веществ, поступающих с выбросами в атмосферный воздух:

1 класс – чрезвычайно опасные (например, бенз(а)пирен, свинец, кадмий, пентоксид ванадия);

2 класс – опасные (например, диоксид азота, сероводород, фенол, формальдегид, железо, марганец, медь, никель, бензол);

3 класс – умеренно опасные (например, пыль (взвешенные вещества), диоксид серы, монооксид азота, толуол, ксилолы, этилбензол, магний);

4 класс – относительно безопасные (например, оксид углерода, аммиак) (табл. 3).

Таблица 3

Код ЗВ	Наименование загрязняющих веществ	Класс опасности	ПДК м.р.	ПДК с.с.
0301	азота диоксид	2	0,085	0,04
0304	азота оксид	3	0,4	0,06
1301	акролеин	2	0,03	0,03
0101	алюминия оксид	2	0,01	0,01
0303	аммиак	4	0,2	0,04
0330	ангидрид сернистый	3	0,5	0,05
1507	ангидрид уксусный	3	0,1	0,03
0528	ацетилен	4	1,5	1,5
1401	ацетон	4	0,35	0,35
0703	бенз( а)пирен (3,4-бензпирен)	1		0,000001
2704	бензин нефтяной	4	5,0	1,5
0602	бензол	2	1,5	0,1
0402	бутан	4	200	200
1210	бутилацетат	4	0,1	0,1
0110	ванадия пятиокись	1	0,002	0,002
2902	взвешенные вещества	3	0,5	0,15
0315	водород фосфористый	2	0,01	0,001
0316	водород хлористый	2	0,2	0,2
0123	железа оксид	3	0,04	0,04
0133	кадмия оксид	1	0,0003	0,0003
0129	кальция карбид	3	0,3	0,3
0128	кальция окись	3	0,3	0,3

Продолжение табл. 3

Код ЗВ	Наименование загрязняющих веществ	Класс опасности	ПДК м.р.	ПДК с.с.
2732	керосин	3	1,2	1,2
0302	кислота азотная	2	0,4	0,15
0322	кислота серная	2	0,3	0,1
1555	кислота уксусная	3	0,2	0,06
0260	кобальта оксид	2		0,001
0616	ксилол	3	0,2	0,2
2904	мазутная зола теплоэлектростанций	2		0,002
0143	марганец и его соединения	2	0,01	0,001
0146	меди оксид	2		0,002
0410	метан	3	50	50
1715	метилмеркаптан	2	0,000009	0,000009
0152	натрия хлорид	3	0,15	0,15
0708	нафталин	4	0,003	0,003
0164	никеля оксид	2		0,001
0326	озон	1	0,16	0,03
0168	олова оксид	3		0,02
2907	пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния: выше 70 %	3	0,15	0,05
2908	пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния: 70–20%	3	0,3	0,1
2930	пыль абразивная	3	0,04	0,04
2936	пыль древесная	3	0,1	0,1
2937	пыль зерновая	3	0,2	0,03
2909	пыль неорганическая: ниже 20 % дву-окиси кремния (доломит и др.)	3	0,5	0,15
2918	пыль цементных производств	3	0,02	0,02
0617	растворитель мебельный амр-3	3	0,09	0,09
0183	ртуть металлическая	1		0,0003
0328	сажа	3	0,15	0,05
0184	свинец и его неорганические соединения	1	0,001	0,0003
0333	сероводород	2	0,008	0,008
2748	скипидар	4	2	1
1048	спирт изобутиловый	4	0,1	0,1
1051	спирт изопропиловый	3	0,6	0,6
1052	спирт метиловый	3	1	0,5
1042	спирт н-бутиловый	3	0,1	0,1
1054	спирт пропиловый	3	0,3	0,3
1061	спирт этиловый	4	5	5
0620	стирол	2	0,04	0,002
0192	тетраэтилсвинец	1	0,001	0,0003
0621	толуол	3	0,6	0,6
2752	уайт-спирит	3	1	1
0401	углеводороды	4	200	200
0337	углерода оксид	4	5	3
1071	фенол	2	0,01	0,003
1325	формальдегид	2	0,035	0,003

Код ЗВ	Наименование загрязняющих веществ	Класс опасности	ПДК м.р.	ПДК с.с.
0344	фтористые соединения :плохо растворимые неорганические фториды	2	0,2	0,03
0343	фтористые соединения :хорошо растворимые неорганические фториды	2	0,03	0,01
0342	фтористые соединения газообразные(фтористый водород)	2	0,02	0,005
0349	хлор	2	0,1	0,03
0203	хром шестивалентный	1	0,0015	0,0015
0228	хрома трехвалентные соединения	3	0,01	0,01
0207	цинка оксид	3		0,05
1240	этилацетат	4	0,1	0,1
0627	этилбензол	3	0,02	0,02
1078	этиленгликоль	3	1	1

Основным показателем степени загрязнения воздуха города является интегральный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). ИЗА учитывает не только концентрации ( $n$ ) различных веществ, но и вредность их воздействия на здоровье. Он рассчитывается следующим образом:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n (x_i / \text{ПДК}_i) C_i,$$

где  $X_i$  – средняя за год концентрация  $i$ -го вещества,  $C_i$  – коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха  $i$ -тым веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы,  $I_n$  – ИЗА, безразмерная величина.

Диоксид серы относится по степени вредности к 3 классу опасности ( $C_i=1$ ), к ней приводится вредность всех веществ. Для веществ 1 класса опасности  $C_i$  равно 1,5, для 4 класса опасности – 0,85. Таким образом, значения  $C_i$  составляют 0,85, 1,0, 1,3 и 1,5 для веществ 4, 3, 2 и 1 классов опасности соответственно.

В конкретном городе не на всех станциях измеряются концентрации одинакового набора веществ, их количество также различается. При такой ситуации данные расчета суммарного ИЗА не могут сравниваться между собой. Чтобы значения  $I_n$  были сравнимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их из одинакового количества ( $n=t$ ) веществ. Вначале рассчитываются парциальные значения  $I_i$  для каждого вещества в отдельности затем составляется вариационный ряд, в котором  $I_1 > I_2 > \dots > I_t$  для  $t$  веществ, имеющих наибольшие значения индексов. Обычно выбирается пять веществ ( $t=5$ ) с наибольшими значениями индексов, по которым рассчитывается суммарный индекс загрязнения атмосферы  $I_t$ .

Таким образом, используемый в России индекс загрязнения атмосферы позволяет учитывать наибольшие концентрации примесей, измеренные в городе, и представить суммарный уровень загрязнения воздуха в городе за год одним числом. Значение ИЗА показывает, какому уровню загрязнения в единицах ПДК диоксида серы соответствуют фактически наблюдаемые уровни,

т. е. во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает ПДК диоксида серы. Вследствие того, что ИЗА рассчитывается по среднегодовым значениям концентраций вредных примесей, он может быть показателем хронического воздействия загрязнения воздуха на здоровье населения.

*В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается низким, если ИЗА ниже 5, повышенным – при ИЗА от 5 до 6, высоким – при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким при ИЗА равном или больше 14.*

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Перечислите по 2–3 вещества-загрязнителя атмосферного воздуха, относящиеся к 1, 2, 3 и 4 классам опасности соответственно.

## **6. ЕСТЕСТВЕННОЕ И ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГИДРОСФЕРЫ**

### **Основные материалы для подготовки к занятию**

1. Орлов Д.С., Садовников Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. 344 с.

2. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России (любой год издания).

3. Степановских А.С. Прикладная экология и охрана окружающей среды. М.: Юнити, 2003. 751 с.

4. Государственные доклады о состоянии окружающей природной среды в РФ за 2008–2011 гг. (материал доступен на сайте Министерства природопользования РФ, имеется на диске в распоряжении кафедры).

5. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания. В четырех книгах. Книга 2. Загрязнение воздуха и воды. М.: Мир, 1995.

6. Кавеленова Л.М., Кведер Л.В. Методы контроля за состоянием окружающей среды. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006.

### **ЗАДАНИЕ**

В названных изданиях и других выбранных вами руководствах найти разделы, в которых содержатся ответы на приведенные ниже вопросы, составить письменные ответы на эти вопросы в рабочих конспектах и приготовиться к их устному обсуждению

1. Общие сведения об объеме гидросферы Земли и ее распределении между важнейшими частями (Мировой океан, материковые льды, поверхностные водоемы...).

2. Особенности химического состава морской воды, пресных и соленых вод суши, минеральных подземных вод: важнейшие растворенные вещества и их концентрации.

3. Естественное загрязнение гидросферы: важнейшие источники.

4. Естественное загрязнение гидросферы: основные компоненты, их влияние на водные экосистемы.
5. Техногенное загрязнение гидросферы: важнейшие источники.
6. Техногенное загрязнение гидросферы: основные компоненты, их влияние на водные экосистемы.
7. Загрязнение гидросферы нефтью: источники и экологические последствия.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Является ли загрязнение гидросферы «изобретением» человека?
2. Какими могут быть прямые и косвенные экологические последствия загрязнения воды?
3. В каком случае распространенные в природе вещества (например, сульфат-ионы, ионы железа) будут считаться загрязнителями воды?

### **7. РАЗЛИЧНЫЕ КРИТЕРИИ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ. ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

#### **Основные материалы для подготовки к занятию**

1. Орлов Д.С., Садовников Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. 344 с.
2. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России (любой год издания).
3. Степановских А.С. Прикладная экология и охрана окружающей среды. М.: Юнити, 2003. 751 с.
4. Государственные доклады о состоянии окружающей природной среды в РФ за 2008–2011 гг. (материал доступен на сайте Министерства природопользования РФ, имеется на диске в распоряжении кафедры).
5. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания: в 4 кн. Кн. 2. Загрязнение воздуха и воды. М.: Мир, 1995.

#### **ЗАДАНИЕ**

В названных изданиях и других выбранных вами руководствах найти разделы, в которых содержатся ответы на приведенные ниже вопросы, составить письменные ответы на эти вопросы в рабочих конспектах и приготовиться к их устному обсуждению

1. Расшифруйте каждый из критериев по приведенному плану: название, к какому загрязнению водоемов наносится, экологический смысл, порядок определения, какому состоянию воды в водоемах различных категорий соответствуют различные уровни значений: ХПК, БПК, ИЗВ, УКИЗВ, Коли-литр, Коли-титр.

2. Охарактеризуйте особенности поведения и уровни содержания в водной среде следующих неорганических примесей: кальций, магний, кремний, карбонаты, соединения азота, фосфора, серы, фтора, хлора, (табл. 4).

Таблица 4

Названия веществ	Природные и техногенные источники	Экологические последствия присутствия в воде	Уровни концентраций (для разных объектов, времени)	ПДК	Особые свойства
Соединения кальция	.....	.....	.....	..... ...	

3. Дайте краткие ответы на вопросы:

а) чем различаются по своим задачам **очистка воды и борьба с загрязнением воды?**

б) Чем различаются по своим задачам **первичная и вторичная очистка воды?**

в) Какие загрязнители воды могут придать ей **неприятный вкус и запах?**

г) Приведите примеры точечного и линейного источников загрязнения воды.

д) Какие компоненты загрязнения удаляет в процессе **хлорирования?** Какие загрязнители хлорированием воды не устраняются?

е) Какие компоненты загрязнения удаляются **озонированием** воды?

4. Ознакомьтесь с материалами относительно жесткости воды и дайте письменные ответы на вопросы:

а) Жесткость воды до кипячения составляла 5 мг-эquiv./л, после кипячения – 3,3 мг-эquiv./л. Что вы можете сказать о первоначальном составе данной воды?

б) Импортный стиральный порошок предназначен для использования в воде жесткостью 40 французских градусов жесткости. Каково значение жесткости воды в единицах, применяемых в нашей стране, и к какой категории жесткости относится такая вода?

в) Известно, что жесткость речных вод изменяется по сезонам, в период паводка она наименьшая. Как вы можете это объяснить?

5. Выполните определение жесткости воды для самостоятельно выбранной пробы воды (водопроводной, колодезной, речной и пр.) с помощью мыла. Подготовьте к сдаче письменный отчет по выполненным заданиям (при самостоятельном определении в домашних условиях желательно иллюстрировать его «авторскими фото»).

**ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ** – это сумма свойств, обусловленных содержанием в воде ионов кальция и магния. **Общая жесткость** воды формируется в результате растворения в воде карбонатов, бикарбонатов и сульфатов щелочноземельных металлов – Mg, Ca (реже – Sr, Be, Ba). Общая сумма всех



растворенных ионов щелочноземельных металлов образует общую жесткость. Она складывается из магниевой и кальциевой жесткости, которые вызываются присутствием в воде одноименных ионов. Различают также **карбонатную, некарбонатную, устранимую и неустраиваемую жесткость** воды.

**Карбонатная жесткость** определяется количеством ионов кальция и магния, связанных с карбонат – и бикарбонат-ионами. Обычно ее значение ниже показателя общей жесткости<sup>1</sup>. При нагревании воды гидрокарбонаты распадаются, карбонатная жесткость снижается (в некоторых источниках она называется **временной**). Часть карбонатной жесткости, которая удаляется при кипячении воды, называется **устраиваемой жесткостью**. Разность между величинами общей и устранимой жесткости называют **неустраиваемой жесткостью**.

В нашей стране в качестве единицы жесткости используется моль (жесткости) на кубический метр воды. Числовое значение жесткости, выраженное в моль/м<sup>3</sup>, равно числовому значению жесткости, выраженному в миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв./л). 1 мг-экв./л соответствует содержанию в воде 20,04 мг/л ионов кальция(II) или 12, 16 мг/л ионов магния(II).

За рубежом для выражения значений жесткости используют другие единицы измерения – градусы, разные по величине в различных странах мира. Так, 1 немецкий градус жесткости соответствует содержанию в воде 10 мг оксида кальция в 1 л воды<sup>2</sup>. 1 французский градус жесткости соответствует содержанию 10 мг карбоната кальция в 1 л воды. 1 американский градус жесткости соответствует содержанию 1 мг карбоната кальция в 1 л воды.

Соотношения между разными единицами измерения жесткости:

1 моль/м<sup>3</sup> = 2,804 немецких градусов жесткости;

1 моль/м<sup>3</sup> = 5,005 французских градусов жесткости;

1 моль/м<sup>3</sup> = 50,050 американских градусов жесткости.

Природные воды с жесткостью от 0,1(0,2) до 80 (100) моль/м<sup>3</sup> классифицируют следующим образом:

очень мягкая вода имеет жесткость менее 1,5 моль/м<sup>3</sup>;

мягкая – от 1,5 до 3 моль/м<sup>3</sup>;

вода средней жесткости – от 3 до 5,4 моль/м<sup>3</sup>;

жесткая вода – от 5,4 до 10,7 моль/м<sup>3</sup>;

очень жесткая вода – более 10,7 моль/м<sup>3</sup>.

Среди природных вод наиболее мягкими являются дождевые (жесткость 70–100 ммоль/м<sup>3</sup>). У подземных вод показатели жесткости могут быть от 0,7 до 18–20 моль/м<sup>3</sup> в зависимости от состава окружающих их горных пород. Жесткость поверхностных вод, особенно речных, изменяется по сезонам в период паводка она наименьшая.

---

<sup>1</sup> Если в воде наряду с карбонатами щелочноземельных металлов присутствуют карбонаты калия и натрия, карбонатная жесткость может оказаться выше, чем общая жесткость. В таком случае значение карбонатной жесткости принимают равным значению общей жесткости воды.

<sup>2</sup> В практической аквариумистике, например, обычно используют измерение жесткости в градусах по немецкой шкале измерения.

Повышенная жесткость воды создает бытовые проблемы (плохо развариваются мясо, овощи, ухудшается вкус чая, увеличивается расход моющих средств), негативно влияет на здоровье населения (велик риск образования камней в почках), делает воду непригодной для ряда отраслей промышленности, ведет к усиленному осаждению накипи в котлах, стиральных машинах и нагревательных приборах, системах отопления. При этом нарушается теплообмен между разными частями установок, выходят из строя трубы и нагреватели.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ МЫЛА

Метод основан на том, что 10 мг оксида кальция в 1 л воды<sup>3</sup> нейтрализуется добавлением 0,1 г мыла. Им можно воспользоваться в бытовых условиях, в аквариумной практике. Мы максимально упростили предлагаемую процедуру для работы в домашних условиях.

### Ход работы

Выданное хозяйственное мыло (2 г мыльных стружек) развести в 1 граненом стакане (200 мл)<sup>4</sup> теплой кипяченой воды. Подготовить чистую прозрачную пластиковую бутылку емкостью 1,5 л с крышкой. Используя воронку, влить в нее 1 л исследуемой воды. Добавить первую порцию мыльного раствора – 2 чайные ложки (10 мл, в которых содержится 0,1 г мыла), плотно закрыть крышкой и взболтать, наблюдая за появлением на поверхности воды мыльных пузырей. Если мыльные пузыри не появились, добавить следующую порцию раствора – снова 2 чайные ложки, взболтать снова и т. д. Операция будет закончена, когда на поверхности воды появятся устойчивые мыльные пузыри с характерным радужным отливом. Количество порций мыла будет равно числу градусов общей жесткости воды (немецких градусов).<sup>5</sup> Выразите полученный результат в единицах, используемых в нашей стране (моль/м<sup>3</sup>, мг-экв./л).

### *Вопросы для самоконтроля*

1. С чем связана повышенная жесткость воды в г. Самаре? Какая именно жесткость здесь сильнее всего проявляется?
2. Как вы считаете, почему показатели жесткости учитываются в промышленном использовании воды? В аквариумистике?

---

<sup>3</sup> Содержание 10 мг оксида кальция в 1 л воды соответствует 1 немецкому градусу жесткости.

<sup>4</sup> Используя вместо граненого тонкий стакан, учтите, что его объем – 250 мл (заполняйте его на 4/5).

<sup>5</sup> При жесткости воды более 12<sup>0</sup> точность данного метода снижается, в таком случае пробу воды нужно разбавить вдвое дистиллированной водой, а полученный при измерении результат умножить на 2.

## 8. ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ В БИОМОНИТОРИНГЕ

### Основные материалы для подготовки к занятию

1. Биологический контроль окружающей среды. Биотестирование и биоиндикация. М.: Академия, 2008. 288 с.
2. Кавеленова Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи. Самара: Универс-групп, 2006. 223 с.
3. Стрельцов А.Б. Региональная система биологического мониторинга. Калуга: Изд-во Калужского ЦНТИ, 2003.

### ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с информацией по использованию в фитоиндикации показателя флуктуирующей асимметрии листьев. Ответить на вопросы:
  - Чем различаются направленная асимметрия, антисимметрия, флуктуирующая асимметрия (ФА)?
  - Какие растительные объекты используются для определения ФА?
  - С какими причинами связывают проявление ФА? Что усиливает ее проявление?
2. Для выданного блока данных по листьям березы повислой оценить уровень флуктуирующей асимметрии, сравнить полученные данные с результатами по другим образцам. Показатель флуктуирующей асимметрии рассчитывается отдельно для половины ширины листовой пластинки (ЛП) и для длины второй жилки по формуле:

$$ФА = \Sigma (A_{\text{пр}} - A_{\text{лев}}) / N$$

При расчетах использовать выданные вам условные данные первичных измерений. Сравнить показатели, полученные для двух разных насаждений (точек). Сделать выводы по полученным данным (табл. 5, 6).

Таблица 5

Точка 1

шир.пол.ЛПпр.	шир.пол.ЛПлев.	дл.втор.жил.пр.	дл.втор.жил.лев.
18	15	29	30
18	19	29	30
24	21	40	35
20	25	40	40
19	21	36	35
20	23	36	39
23	20	42	37
20	23	34	38
22	19	36	35

Таблица 6

Точка 2

шир.пол.ЛПпр.	шир.пол.ЛПлев.	дл.втор.жил.пр.	дл.втор.жил.лев.
20	25	39	42
16	15	30	30
15	13	30	27
16	14	32	28
17	19	31	33
18	19	34	32
22	20	37	35
20	22	33	35
25	22	38	36

16	17	34	32
19	19	33	34
18	16	33	32
18	18	34	33
21	19	35	35
16	15	28	27
10	13	26	25
14	14	28	27
15	14	27	25
15	15	27	29
13	13	27	25
14	14	28	28
16	15	27	25
15	13	31	27
15	16	29	29
24	22	44	40

23	23	36	36
27	25	42	39
17	17	29	27
17	16	29	30
19	22	34	36
23	26	37	37
20	22	33	33
18	19	31	32
16	18	30	29
19	18	29	30
22	22	36	34
23	22	35	35
22	24	35	37
25	23	38	37
16	17	30	30
20	18	32	30

### ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ В БИОМОНИТОРИНГЕ

Оценка состояния популяций организмов, испытывающих на себе влияние каких-либо экологических факторов, зачастую рассматривается с позиции стабильности развития. Одним из распространенных приемов оценки меры нестабильности индивидуального развития является именно определение меры выраженности *флуктуирующей асимметрии*, то есть незначительного, ненаправленного (случайного) различия между правым и левым значениями билатеральных признаков. Ряд авторов рассматривает данный критерий в качестве универсального индикатора экологического и генетического стресса.

Имеются данные, посвященные оценке флуктуирующей асимметрии листовых пластинок древесных растений в зависимости от стрессирующего воздействия окружающей среды. В этом отношении следует ознакомиться с практическим опытом лаборатории биоиндикации Калужского государственного педагогического университета им. К.Э. Циолковского (Стрельцов, 1998). В качестве критерия неблагополучия экологической обстановки в конкретной точке анализируемой территории было предложено использовать показатель флуктуирующей асимметрии листовой пластинки (березы повислой, клевера ползучего и других видов цветковых растений с билатерально симметричными листьями).

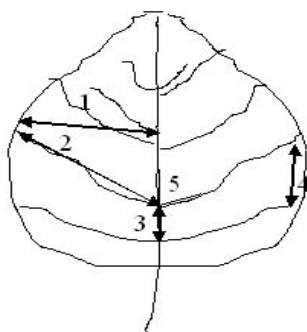


Схема морфометрических показателей листовой пластинки березы: 1 – ширина половины листовой пластинки (измерение по середине листа), 2 – длина второй жилки от основания листа, 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок, 4 – расстояние между концами этих жилок, 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа

Среди объектов, наиболее часто рекомендуемых в качестве подобных биомониторов, вероятно, следует назвать березу повислую. Мы не исключаем перспективности оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы в природно-климатических условиях, более соответствующих экологическому оптимуму данного вида (лесная зона). В его пользу говорят в первую очередь высокая доступность, простота процедуры обследования и его дешевизна. Нами для условий урбосреды в лесостепи (г. Самара) было показано, что уровень асимметрии листовой пластинки зависит от конкретных условий местообитания и года наблюдения, с учетом этого можно предположить индикационную значимость признака «длина второй жилки от основания листовой пластинки».

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что, помимо техногенных загрязнителей, может явиться фактором, повышающим флуктуацию билатеральных признаков живых организмов?
2. Что обозначают понятия антисимметрия, асимметрия?

### **9. ПРЯМОЕ БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВЫ (ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ)**

#### **Основные материалы для подготовки к занятию**

1. Биологический контроль окружающей среды. Биотестирование и биоиндикация. М.: Академия, 2008. 288 с.
2. Кавеленова Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи. Самара: Универс-групп, 2006. 223 с.
3. Кавеленова Л.М., Кведер Л.В. Методы контроля за состоянием окружающей среды. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006.
4. Кавеленова Л.М. Лабораторные работы большого спецпрактикума. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2001. 50 с.
5. Руководство к применению биохимических методов в аллелопатических исследованиях почв. Киев, 1988. 18 с.

#### **ЗАДАНИЕ**

1. Перечислите приоритетные загрязнители почвенной среды. Какие экологические последствия их присутствия вам известны?
2. Проведите биотестовую оценку состояния выданных преподавателем различных почвенных образцов.

#### **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ**

В условиях интенсивного использования в процессе человеческой деятельности почва подвергается интенсивному химическому загрязнению, то есть происходит изменение ее химического состава, ведущее за собой ухудшение ее качества. Считается, что важнейшие источники загрязнения почв следует делить на два класса:

1. Выбросы промышленности, энергетики и автотранспорта.

2. Использование в сельском хозяйстве химических средств защиты растений и удобрений.

Значительный ущерб почвам наносит загрязнение тяжелыми металлами, из которых особую опасность представляют собой ртуть, мышьяк, свинец, кадмий, никель, медь, цинк. Загрязненные ими почвы располагаются вокруг промышленных центров и вдоль автомагистралей. Они поступают в атмосферу из факелов предприятий, оседают на поверхности почвы в виде аэрозолей, пыли или растворенных в атмосферных осадках соединений. В результате сжигания угля и нефти в почву ежегодно поступает 1 600 т ртути, 3 600 т свинца, 2 100 т меди, 7 000 т цинка, 3 700 т никеля и т. д. С выхлопными газами автотранспорта на земную поверхность попадает 260 тыс. т свинца в год. Предприятия, перерабатывающие фторсодержащее сырье (суперфосфатные и кирпичные заводы, предприятия по переработке фторидов) и использующие соединения фтора (стеклянные заводы, алюминиевые комбинаты, предприятия черной металлургии), являются источником загрязнения окружающей среды фтором. Расчеты показывают, что каждый квадратный метр почвы за год поглощает из атмосферы 6 кг вредных для почвы веществ – загрязнителей.

Серьезный вклад в загрязнение почв вносит химизация сельского хозяйства (применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений). В сельском хозяйстве меры, предотвращающие возможность загрязнения окружающей среды, зачастую не предусмотрены, и, в отличие от отходов промышленности, ядохимикаты и минеральные удобрения практически всегда попадают в биосферу, причем больше всего загрязняются биота и почва. Остатки этих веществ обнаруживаются в открытых и подземных водоемах, тканях растений, животных и организме человека. По данным американских ученых, каждую неделю в организм человека поступает примерно 1 мг пестицидов, причем больше половины – с продуктами животного происхождения. Пестициды вносятся в экосистемы в больших количествах (более 5 млн т в год), мировой «ассортимент» пестицидов насчитывает около 1 000 наименований, однако зачастую до организмов-мишеней, для борьбы с которыми предназначены пестициды, доходит менее 0,001 % внесенного химиката.

При разработке нормативов ПДК для почв исследователи сталкиваются с большими трудностями. Частично их можно объяснить неоднородностью почвенного покрова, в силу чего способность различных почв переводить в поглощенное состояние поступающие извне загрязнители неодинакова. Возникает также необходимость исследования процессов переноса загрязнителей из почвы в другие среды – воздух, подземные и поверхностные воды, биоту.

При контроле химического загрязнения почв необходимо учесть следующие моменты:

1. Систематическое проведение наблюдений за уровнем содержания химических веществ в почвах.

2. Исследование процессов миграции загрязнителей в системах: атмосферный воздух – почва, почва – растение, почва – вода, почва – донные отложения.

3. Изучение миграции загрязнителей по профилю почвы.

4. Желательны наблюдения за уровнем загрязнения почв в пунктах, намеченных в соответствии с запросами тех или иных организаций.

Для комплексной оценки уровня техногенного загрязнения, токсичности различного происхождения, засоления, аллелопатической активности почвы используются различные приемы биотестирования. Они также применяются при выработке нормативов ПДК.

Если проводятся биологические пробы на растениях, то в качестве объектов-биотестов могут служить семена, проростки, целые растения или их органы. А.М. Гродзинский с сотрудниками предложили различные варианты биотестирования почвы.

### **ПРЯМОЕ БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВЫ (ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ)**

Пробу почвы отобрать, высушить до воздушно-сухого состояния, просеять через почвенное сито с диаметром отверстий 2 мм (можно использовать и фракцию мелкозема – 1 мм), по мере необходимости размельчая в фарфоровой ступке крупные комки. За сутки до постановки биотеста отсортированные семена кресс-салата высеять на бумагу, смоченную дистиллированной водой, прорастить в термостате в течение 18–24 часов при + 25<sup>0</sup>С. В чашки Петри внести по 30 г подготовленной почвы (не менее 2 повторностей – чашек для каждого образца), смочить дистиллированной водой до появления над слоем почвы водяного зеркала и АККУРАТНО положить на него вырезанный по формату внутреннего радиуса чашки бумажный фильтр. После того как он пропитается водой, проросшие семена кресс-салата с длиной корешка 3–5 мм по 30 штук поместить на фильтр в каждую чашку Петри. Контролем служит «пустая» чашка, в которую не вносится почва, но наливается дистиллированная вода.

Поместить чашки Петри в термостат на 24 часа, после чего измерить длину корней проростков и выразить результат в % к показателям контроля.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Можно ли по результатам биотестирования указать состав присутствующих в почве загрязняющих веществ?

2. Что, помимо изменения длины корней проростков, может указывать на негативное воздействие?

## 10. КОНТРОЛЬ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ. ОБНАРУЖЕНИЕ НИТРАТОВ В РАСТЕНИЯХ

### *Основные материалы для подготовки к занятию*

1. Орлов Д.С., Садовников Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. 344 с.
2. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России (любой год издания).
3. Степановских А.С. Прикладная экология и охрана окружающей среды. М.: Юнити, 2003. 751 с.
4. Кавеленова Л.М., Кведер Л.В. Методы контроля за состоянием окружающей среды. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006.

### ЗАДАНИЕ

В названных изданиях и других выбранных вами руководствах найти разделы, в которых содержатся ответы на приведенные ниже вопросы, составить письменные ответы на эти вопросы в рабочих конспектах и приготовиться к их устному обсуждению.

1. Каковы причины появления нитратов в растительной массе?
2. Какие виды растительной продукции, по вашему мнению, наиболее нитратоопасны?
3. В чем опасность нитратов для здоровья человека?
4. В каких пищевых продуктах, кроме овощей, также могут присутствовать нитраты?
5. Выполните определение содержания нитратов в образцах различной овощной продукции

Контроль химического состава растений, в частности, продукции растениеводства, может подразумевать: **определение показателей назначения продукции** (содержание сухих веществ, сахаров, жира); **определение показателей пищевой ценности продукта** (содержание различных витаминов), **определение показателей безопасности продукции** (присутствие тяжелых металлов, нитратов, остаточных количеств пестицидов). Последняя группа данных наиболее важна для оценки качества окружающей среды в условиях ее антропогенного загрязнения. Для обнаружения этих загрязнителей зачастую требуется современное дорогостоящее оборудование, так как возникает задача определения низких концентраций экотоксикантов. С этой целью широко применяются атомно-адсорбционная спектрофотометрия, газово-жидкостная хроматография и другие методы исследований.

**НИТРАТЫ** (соли азотной кислоты) поглощаются из почвенного раствора корневой системой и в растительном организме восстанавливаются до аммиака. Аммиак может непосредственно включаться в реакции аминирования, образуя с кетокислотами (пировиноградной, щавелево-уксусной, кетоглутаровой) так называемые первичные аминокислоты (аланин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты). Из первичных аминокислот и кетокислот в результа-



те реакций переаминирования образуются другие аминокислоты. Значительное количество  $\text{NH}_3$  вступает в реакции амидирования, образуя аспарагин и глутамин. Нитраты могут частично восстанавливаться в корневой системе. Основная часть их проходит через паренхиму корня, поднимается по проводящей системе корня и стебля в листья и здесь восстанавливается. При переизбытке нитратов в почве (сверхнормативное применение азотных удобрений), а также при высоком уровне нитратов в почве и затрудненном протекании фотосинтеза значительная часть нитратов поступает в надземные органы растений и может накапливаться в листьях, стеблях, плодах в неизменном виде. Особенно богаты нитратами «ксилемные» зоны и участки органов (кочерыжка и жилки капусты, жилки салата, центральный цилиндр корнеплода моркови, стебли спаржи и пр.).

Согласно данным ВОЗ, допустимая норма нитратов составляет 5 мг нитрата натрия в сутки на 1 кг массы человека, что при массе 60 кг соответствует примерно 220 мг нитрат-ионов. При содержании нитратов в незначительных количествах или в среде, в состав которой не входят окислители, они практически безопасны для взрослого человека. Токсическое влияние повышенных концентраций нитратов связано с возможностью их превращения в нитриты и образования комплексов с гемоглобином крови (метгемоглобинемия). Еще большую опасность представляет превращение нитратов в нитрозамины, т. к. у них обнаружен канцерогенный эффект.

Оценить уровень содержания нитратов в различных частях растения можно по реакции с дифениламином, который в присутствии  $\text{NO}_3$  образует синюю анилиновую окраску. По интенсивности окрашивания можно приблизительно судить о количестве нитратов в исследуемом материале.

Для количественного (точного определения концентрации) анализа на нитраты используют ионометрию, колориметрию и др. методы. Предлагается использовать простой метод выявления повышенного содержания нитрат-ионов в растительном материале.

**Материалы и оборудование:** пробы различной овощной продукции, белая фарфоровая тарелка, стеклянная палочка, стакан с водой, ножницы, фильтровальная бумага, раствор дифениламина в крепкой серной кислоте (0,1 г в 10 мл кислоты).

**Ход работы.** На белую тарелку или кафельную плитку помещают кусочки черешка и листовой пластинки исследуемых растений. Разминают растительные ткани стеклянной палочкой и обливают раствором дифениламина. Для сравнительных исследований можно использовать различные виды растений, а также растения одного вида, выращенные в различных условиях внешней среды (на солнце и в тени, в увлажненных и засушливых условиях, с подкормкой минеральными солями и без нее и т. д.). Интенсивность окрашивания гомогената оценивают в баллах и результаты записывают в табл. 7.

Таблица 7

Объект	Части растения, органа	Содержание нитратов, баллы		
		лист	стебель	корень

### Вопросы для самоконтроля

1. Каковы возможные причины присутствия нитратов в питьевой воде; в растительной продукции; в колбасных изделиях?
2. Как внешние признаки (структура листьев, окраска корнеплодов и плодов, размеры овощей) могут помочь выбрать овощи, менее опасные по нитратонакоплению?
3. Перечислите основные принципы нитратобезопасности в быту.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА

**Тема 1. Основные принципы охраны окружающей среды.** Источники естественного и антропогенного загрязнения окружающей среды, распространение загрязнения в природных средах: атмосфере, гидросфере, биоте, почве. Мониторинг как область практической деятельности и специфический метод исследований окружающей среды: уровни, организация, значение. Правовые основы организации экологического мониторинга.

**Тема 2. Дистанционные методы исследования окружающей среды.** Общая характеристика, значение, пути реализации. Инструментальное обеспечение дистанционного мониторинга. Получение и обработка первичных данных, их интерпретация, значение для природопользования.

**Тема 3. Нормативы ПДК и их значение.** Понятие и значение нормативов ПДК и иных санитарно-гигиенических стандартов в охране компонентов биосферы. Принципы и проблемы их экспериментального установления в различных средах. Критерии экспериментального поиска при выработке нормативов ПДК для загрязнителей атмосферы, воды, почвы.

**Тема 4. Организация контроля за качеством окружающей среды.** Организации, ведомства, службы, участвующие в этой деятельности, их конкретный вклад. Формирование системы ЕГСЭМ в России и опыт зарубежных стран.

**Тема 5. Контроль за качеством атмосферного воздуха.** Стационарные посты, маршрутные и подфакельные наблюдения. Отбор и исследование проб воздуха – проблемы и методы исследования. Экспресс-методы, их преимущества и недостатки.

**Тема 6. Контроль за качеством воды.** Организация, отбор проб, исследование качества относительно химических и микробиологических параметров. Стандарты качества воды для различных направлений использования.

**Тема 7. Контроль за качеством почв и сельскохозяйственной продукции.** Методы определения важнейших загрязнителей почвы. Использование биотестирования в оценке качества почв. Контроль за качеством продук-

ции, ее сертификация. Обнаружение в растительной и пр. пищевой продукции нитратов, остаточных количеств пестицидов, др. загрязнителей.

**Тема 8. Контроль радиоактивного загрязнения окружающей среды.** Источники радиоактивного загрязнения окружающей среды, его распространение в природных средах. Воздействие радиоактивного загрязнения на живые организмы, экосистемы. Методы контроля радиоактивного загрязнения.

**Тема 9. Биоиндикация и биотестирование.** Биоиндикация и ее использование в экологическом мониторинге. Биоиндикация и биоиндикаторы в мониторинге окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование и их использование в решении практических задач охраны окружающей среды.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основной*

1. Экологический мониторинг: учебно-метод. пособие для пед. вузов / под ред. Т.Я. Ашихминой. 4-е изд. М.: Академический проект: Альма Матер, 2008. 415 с.
2. Экологический мониторинг: Учебно-метод. пособие для пед. вузов / под ред. Т.Я. Ашихминой. 3-е изд., испр. и доп. М.; Киров: Академический проект: Константа, 2006. 416 с.
3. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв: учебник для вузов. М.: Академический проект: Гаудеамус, 2007. 237 с.
4. Кавеленова Л.М., Кведер Л.В. Методы контроля за состоянием окружающей среды. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. 90 с.
5. Степановских А.С. Прикладная экология и охрана окружающей среды. М.: Юнити, 2003. 751 с.
6. Федоров А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М.: Владос, 2001. 288 с.

### *Дополнительный*

1. Орлов Д.С., Садовников Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. 344 с.
2. Экологический мониторинг. Хроматография в экоаналитическом контроле: метод. указ. / сост.: А.Л. Лобачев, Е.В. Ревинская, Е.И. Петрова [и др.]. Самара: Изд-во «Самарский университет», 1999. 42 с.
3. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем: сб. ст. / [редкол.: Ю.А. Израэль (пред.) и др.]. Л. : Гидрометеиздат, 1980. Т. 3. 279 с.
4. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. Т. XV. 289 с.
5. Правовые проблемы государственного, муниципального и иных видов экологического контроля в России: материалы «круглого стола» 9 апреля 2008 г., Москва / ред. М.Я. Булошников, В.В. Иванчикова. М.: Юриспруденция, 2009. 254 с.
6. Экологическое состояние территории России. М.: Академия, 2001.
7. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. М.: Высшая школа, 1999.
8. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. М.: Финансы и статистика, 1999.

### *Интернет-ресурсы*

1. Официальный сайт методического центра «Эколайн». URL: <http://www.ecoline.ru/mc/>.
2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Справочные материалы / Т.В. Гусева [и др.] URL: <http://www.ecoline.ru/mc/refbooks/hydrochem/-index.html>.
3. Электронная Земля. Список основных ключевых слов по охране окружающей среды. URL: [http://earth.viniti.ru/index.php?option=com\\_content&task=view-&id=-356&Itemid=457](http://earth.viniti.ru/index.php?option=com_content&task=view-&id=-356&Itemid=457).
4. Web-Атлас: «Окружающая среда и здоровье населения России». Оглавление. URL: <http://www.sci.aha.ru/ATL/ra00.htm>.
5. Большой энциклопедический словарь. Около 90.000 статей из всех сфер жизни и общества. URL: <http://www.sci.aha.ru/ALL/VOC/index.htm>.

В списке среди перечисленных признаков отметьте относящиеся к загрязнителю атмосферы: \_\_\_\_\_

1. Принадлежит к загрязняющим атмосферу газам.
2. Принадлежит к загрязняющим атмосферу аэрозолям.
3. Образуется в результате горения ископаемого топлива.
4. Присутствует в выбросах автотранспорта.
5. Выделяется при вулканических извержениях.
6. Образуется при лесных и степных пожарах.
7. Образуется при разложении органических остатков.
8. Поступает в атмосферу от свиноферм и птицефабрик.
9. Присутствует в выбросах предприятий нефтехимической промышленности.
10. Присутствует в выбросах предприятий металлургической промышленности.
11. Формируется в атмосфере при грозах.
12. Принадлежит к парниковым газам.
13. Представляет опасность для озонового слоя атмосферы.
14. Обладает резким раздражающим запахом.
15. Имеет запоминающийся неприятный запах.
16. Не имеет запаха, тяжелее воздуха.
17. Вызывает тяжелое поражение дыхательных путей (газ резорбтивного действия).
18. В атмосфере подвергается доокислению, первичный загрязнитель преобразуется во вторичный.
19. Участвует в образовании кислотных дождей.
20. Необратимо связывается с гемоглобином и вызывает удушье.
21. Снижает прозрачность атмосферы.
22. Повреждает листья растений, вызывая хлорозы и некрозы.
23. Поступает в воздух при производстве стекла, керамики, строительных материалов.
24. В зависимости от источника (химического состава) обладает неодинаковой опасностью для здоровья человека.
25. Появляется в воздухе при пыльных бурях, эрозии почв, выветривании горных пород.

<http://www.pogoda-sv.ru/ugms/>. Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Приволжское УГМС»).

Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды в составе Приволжского УГМС выполняет функции специально уполномоченного государственного органа РФ по вопросам мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территории Самарской и соседних областей.

Структура современной системы мониторинга загрязнения окружающей среды на территории Самарской области:

ГУ «Самарский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями»;

Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды;

Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод;

Лаборатория мониторинга загрязнения атмосферы;

Лаборатория физико-химических методов анализа;

Региональная радиометрическая лаборатория;

Новокуйбышевская лаборатория мониторинга загрязнения среды;

Чапаевская лаборатория мониторинга загрязнения атмосферы;

Сызранская группа по мониторингу загрязнения атмосферы;

Группа приёма и передачи информации;

Отдел информации;

Филиал ГУ «Тольяттинская специализированная гидрометеорологическая обсерватория»;

Комплексная лаборатория мониторинга загрязнения среды;

Гидробиологическая лаборатория;

Виды наблюдений.

За годы регулярных наблюдений накоплен колоссальный объем информации о качестве поверхностных вод водохранилищ и малых рек региона (с 1935 г.), состоянии загрязнения атмосферного воздуха промышленных центров области (с 1965 г.), загрязнении почв и донных отложений водоемов пестицидами, тяжелыми металлами и нефтепродуктами (с 1977 г.), уровне радиоактивного загрязнения (с 1957 г.).

В настоящее время на территории Самарской области проводится систематический мониторинг в рамках государственной наблюдательной сети за следующими компонентами природной среды:

**Атмосферный воздух.** Контроль состояния загрязнения атмосферы проводится в девяти городах: Самаре, Тольятти, Сызрани, Новокуйбышевске, Чапаевске, Жигулевске, Отрадном, Похвистнево, Безенчуке на 37 стационарных постах (ПНЗ). Наблюдения ведутся ежедневно (кроме воскресных и праздничных дней) за содержанием 32 вредных примесей.

**Поверхностные воды.** Регулярные наблюдения за качеством воды ведутся в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах, на 12-ти наиболее крупных реках и Ветлянском водохранилище – всего на 21 пункте наблюдений. Под контролем находится содержание 57 физико-химических показателей. В водохранилищах и на

7 наиболее загрязненных реках отслеживается состояние водоемов по четырем гидробиологическим показателям. На 3-х водных объектах изучается гранулометрический состав донных отложений и содержание в них пестицидов тяжелых металлов (по четырем показателям).

**Радиационный мониторинг.** Проводятся регулярно наблюдения за радиоактивными выпадениями из атмосферы в Самаре и Тольятти. Ежедневно каждые 3 часа на 13 метеостанциях области проводятся измерения мощности экспозиционной дозы гаммы излучения (МЭД) на открытой местности. При проведении маршрутных экспедиционных обследований проводится отбор проб почвы на радионуклидный состав. В 2007–2008 годах была проведена пешеходная гамма-съемка территории национального парка «Самарская Лука». Результатом работы стала электронная карта радиационного состояния.

**Почва.** Обследования загрязнения почв остаточными количествами пестицидов проводятся ежегодно в пяти хозяйствах области по 13 наименованиям применяемых пестицидов. Регулярно проводятся наблюдения за загрязнением почв токсичными веществами промышленного происхождения (тяжелые металлы) в зонах влияния крупнейших промышленных предприятий (ВАЗ, Металлургический завод и т. п.), проводятся наблюдения за содержанием в почве нефтепродуктов вблизи нефтепроводов.

**Снежный покров.** На 6 метеостанциях области ежегодно проводится снего-съемка, дающая информацию о содержании 12 физических и химических показателей в снеге в период максимального залегания. В течение нескольких лет изучалось загрязнение снежного покрова на всей территории Самарской области. По материалам площадной детальной снего-съемки разработан электронный атлас экологических карт.

**Осадки.** Постоянно идет оперативный контроль за кислотностью осадков в трех городах области: Самаре, Тольятти, Сызрани. В Тольятти, кроме этого, определяется химический состав осадков по 10 показателям.

В Приволжском УГМС с 1987 г. функционирует группа приема и передачи оперативной информации, работающая в двухсменном режиме. При возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС) на химически опасных объектах группа осуществляет прогнозирование масштабов загрязнения сильнодействующими ядовитыми веществами. С начала 80-х годов действует и развивается система оперативного прогнозирования высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Ежедневный прогноз выполняется для семи городов области. Предупреждения о возможном возникновении НМУ передаются на предприятия области, которые осуществляют регулирование выбросов в атмосферу.

Вся первичная информация обрабатывается и обобщается для государственного банка данных о состоянии природной среды и для подготовки текущих оперативных материалов и режимных изданий. Вся ретроспективная информация открыта для потребителей и специалистов и ее можно получить по запросу, адресованному в Центр мониторинга загрязнения окружающей среды.

Учебное издание

**Кавеленова Людмила Михайловна,  
Власова Наталья Валерьевна**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

*Учебное пособие*

Редактор *Л. А. Кузнецова*  
Компьютерная верстка, макет *Н. П. Бариновой*

Подписано в печать 21.04.2014. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Печать оперативная. Усл.-печ. л. 1,86; уч.-изд. л. 2,0. Гарнитура Times.  
Тираж 100 экз. Заказ № 2509.  
Издательство «Самарский университет» 443011, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.  
Тел. 8 (846) 334-54-23.  
Отпечатано на УОП СамГУ.