

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Кафедра ботаники, зоологии и экологии

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА СРЕДЫ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
по курсу «Экология человека: региональный аспект»  
для бакалавров направления 050100  
естественно-географического факультета*

Составитель  
Р.В. СТЕПАНЕЦ



Владимир 2013

УДК 504  
ББК 20. 1 : 28. 081  
Э 40

Рецензент

Кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой анатомии, физиологии человека, химии и безопасности жизнедеятельности  
Владимирского государственного университета имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
*Е. П. Грачева*

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

**Экологический** мониторинг качества среды жизни человека : метод. рекомендации к практ. занятиям по курсу «Экология человека : региональный аспект» для бакалавров направления 050100 естественно-географического факультета / Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых ; сост. Р. В. Степанец. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 28 с.

Представлены материалы по организации экологического мониторинга качества среды жизни человека. Тематика практических занятий дополняет лекционный материал интегрированного курса «Экология человека: региональный аспект», соответствует государственным стандартам, способствует интеграции студентов в научно-исследовательскую экологическую деятельность, направленную на формирование личностного опыта по оценке состояния различных компонентов окружающей среды жизни человека.

Предназначены для студентов естественно-географического факультета, учителей общеобразовательных школ, методистов методического центра, а также специалистов дополнительного образования, работающих в области экологического образования.

Рекомендованы для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Табл. 6. Ил. 3. Библиогр. : 15 назв.

УДК 504  
ББК 20. 1: 28. 081

## **ВВЕДЕНИЕ**

Вступление человечества в III тысячелетие еще только начинает осмысливаться обществом. Интеграционные процессы, протекающие в современном мире на фоне обострения глобальных экологических проблем, поставили мировое сообщество перед необходимостью понимания того, что дальнейшее выживание современной человеческой цивилизации возможно лишь на основе устойчивого развития природы, общества, культуры и сознания человечества. Наступает период смысловых поворотов в развитии человека, расширение его сознания на основе аксиологического освоения Мира, поиска путей гармонизации взаимоотношений с природой.

Экологию человека на современном этапе можно считать самостоятельной областью исследований о человеке, имеющей свой объект, предмет, методы исследования, отличающей ее от других областей теории и практики. Реализация интегрированного курса «Экология человека: региональный аспект» нацелена, прежде всего, на формирование целостного представления бакалавров направления 050100 естественно-географического факультета об экологических, психологических, педагогических, акмеологических аспектах взаимодействия человека с окружающим миром природы и миром людей, на формирование экологоориентированной профессиональной позиции, на развитие способностей самостоятельной организации и проведения исследовательской и практической экологической деятельности по изучению окружающей человека природной среды в региональных условиях.

Данные методические рекомендации по организации экологического мониторинга дополняют лекционный материал интегрированного курса «Экология человека: региональный аспект» в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

## Тема 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Здоровье человека – интегративный показатель окружающей среды. В процессе развития человеческого организма между ним и воздушной средой создается тесное взаимодействие, нарушение которого может привести к неблагоприятным изменениям в организме. Резкие изменения физических и химических свойств воздушной среды, загрязнение токсичными веществами и патогенными микроорганизмами могут способствовать развитию в организме человека изменений, приводящих к нарушению здоровья и снижению работоспособности.

Среди веществ, вызывающих *химическое загрязнение* городского воздуха, наиболее распространены оксиды азота, серы, угарный газ (окись углерода), углеводороды, тяжелые металлы.

*Физическое загрязнение* атмосферы происходит от влияния электромагнитных полей и шума. Следует отметить, что уровень шума от движения машин по центральным магистралям крупных городов достигает 70 – 85 дБ, в то время как допустимая норма – 40 дБ. Повышенный уровень шума увеличивает давление, вызывает раздражительность, снижает слух.

Механические частицы, дым и копоть в воздухе вызывают легочные заболевания. Угарный газ, содержащийся в выхлопных выбросах автомобилей, в табачном дыму, соединяясь с гемоглобином крови, приводит к кислородному голоданию организма, способствует развитию атеросклероза, изменению сердечной проводимости. В выхлопных газах содержатся соединения свинца, вызывающие общую интоксикацию организма. Действие пыли атмосферного воздуха на население проявляется в хронических заболеваниях бронхолегочной системы. Загрязнение атмосферного воздуха крупнодисперсной пылью способствует главному травматизму.

В табл.1 приведены предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых вредных веществ. ПДК – это максимальный уровень содержания данного вещества, который человек может переносить без ущерба для здоровья (плюс 10 – 50% как «запас прочности»).

Основные источники загрязнения атмосферы в городах – автотранспорт и промышленные предприятия.

Таблица 1

Токсичность вредных веществ

Загрязняющие вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup> , максимальная, разовая	ПДК суточная	Класс токсичности
Угарный газ	3,0	1,0	4
Оксиды азота	0,085	0,085	2
Свинец и его соединения (кроме тетраэтилсвинца)	-	0,0007	1
Сажа (копоть)	0,15	0,05	3
Пыль нетоксичная	0,5	0,15	3
Сернистый газ	0,5	0,15	3

**1.1. Исследование воздуха на содержание твердых примесей**  
**Порядок проведения эксперимента (1-й вариант)**

1. Вырежьте из плотной бумаги прямоугольник размером 10×6 см, а в его центре – прямоугольник размером 3×2 см. Заклейте прямоугольник липкой лентой.

2. Вывесите полученные образцы в четырех разных местах: на дереве во дворе дома (вуза, школы), на улице, в парке (в саду) и т. д.

3. Через 4 ч. соберите образцы и оцените качество воздуха вначале визуально, затем под микроскопом. Сосчитайте число твердых частиц на каждом образце. Классифицируйте твердые частицы по величине. Заполните табл. 2.

Таблица 2

Твердые частицы загрязнения воздуха

Размер частиц	Во дворе дома	Возле вуза (школы)	На улице	В парке (в саду)
Более 1 мм				
Менее 1 мм				
Общее число частиц				

Исследовать воздух на содержание в нем пыли можно и на основе использования листьев растений.

### ***Порядок проведения эксперимента (2-й вариант)***

1. Соберите листья растений в разных местах: около оживленной автодороги, в парке, во дворе жилого дома и т. д.
2. Накройте лицевую сторону листа липкой лентой, затем аккуратно снимите ее с листа и приклейте к листу белой бумаги.
3. Рассмотрите и сосчитайте число твердых частиц на листьях из разных мест. Классифицируйте твердые частицы по величине.
4. Проанализируйте результаты. Выясните взаимосвязь между качеством воздуха (суммарное количество пыли, число мелких частиц) и местонахождением растений. Определите влияние загрязнения воздуха твердыми примесями на человека.

## **1.2. Исследование загрязнения воздушной среды городским транспортом**

Городской транспорт представляет собой один из основных источников загрязнения воздуха. В выхлопных выбросах автомобилей содержатся оксиды азота (II) NO и (IV) NO<sub>2</sub>, угарный газ (CO<sub>2</sub>), углеводороды – C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, сажа – продукты неполного сгорания топлива, сернистый газ (SO<sub>2</sub>), тяжелые металлы.

### ***Примерный расчет количества вредных выбросов автотранспорта***

1. Недалеко от дома (вуза, школы) выберите две или три улицы с разной интенсивностью автомобильного движения.
2. На каждой из них определите участок дороги протяженностью примерно в 100 м.
3. Подсчитайте число единиц автотранспорта, проходящего по участку за 15 мин. Умножив полученное число на 4, вы узнаете их численность за час (N).
4. Рассчитайте общий путь (S), пройденный всеми машинами за 1 ч.:  $S = N \times 100$  м.
5. Рассчитайте количество топлива, сжигаемое двигателями автомашин (R)  $R = S \times K$ , где K – расход топлива на 1 км пути в литрах,

для бензиновых двигателей он примерно составляет 0,1 л; для дизельных – 0,4 л.

6. Рассчитайте количество выделившихся вредных веществ на выбранном вами участке дороги по бензину. Для этого воспользуйтесь такими данными: при сгорании топлива, необходимого для пробега 1 км, выделяется 0,6 л угарного газа, 0,1 л углеводородов, 0,04 л диоксида азота. При сгорании дизельного топлива вредных выбросов выделяется в 4 (!) раза меньше.

### ***Пример расчета количества вредных выбросов***

Допустим, что за 15 мин вами отмечено 20 единиц автотранспорта с бензиновыми двигателями, тогда за 1 ч пройдет 80 единиц автотранспорта. Общий путь, пройденный всеми автомобилями:

$$S = 80 \times 100 \text{ м} = 8000 \text{ м} (8 \text{ км}).$$

Количество топлива, сжигаемое всеми автомобилями:

$$0,1 \text{ л/км} \times 8 \text{ км} = 0,8 \text{ л}.$$

Рассчитаем суммарное количество газообразных вредных выбросов, выделяемых при сжигании 0,8 л топлива:

$$(0,6 + 0,1 + 0,04) = 0,59 \text{ л}.$$

Наличие свинца, поступающего в окружающую среду из автомобильного топлива, можно определить, проведя исследование растений, растущих поблизости от дорог.

### ***Порядок проведения эксперимента***

1. Соберите по 100 г растительных проб одного вида растений на разной удаленности от оживленной автомагистрали, например у самой дороги на расстоянии 10, 25, 50, 100 м от дороги.

2. Измельчите растения и добавьте к каждой пробе по 50 мл смеси этилового спирта и воды. Тщательно перемешайте, чтобы соединения свинца (а это, главным образом, бромид свинца) перешли в раствор.

3. Отфильтруйте.

4. Упарьте экстракт до 10 мл.

5. Добавляйте его по каплям в свежеприготовленный 5 %-ный раствор сульфида натрия. Черный осадок сульфида свинца укажет на наличие в экстракте ионов свинца, а концентрация осадка – на его количество. Обычно она закономерно уменьшается в зависимости от

расстояния до дороги, а на расстоянии 100 м свинец практически не обнаруживается. Проверьте!

6. Как вы считаете, следует ли употреблять в пищу зеленые растения, выращенные на открытом балконе? Можно ли использовать в пищу грибы и ягоды, собранные непосредственно возле автомагистрали? Установите взаимосвязь между степенью загрязнения воздуха вредными выбросами автотранспорта и здоровьем населения соответствующего района города (территории).

### **1.3. Изучение кислотности атмосферных осадков**

Оксиды серы и азота, попав в воздух, соединяются с парами воды и выпадают в виде кислотных осадков (кислотные дожди). Кислая реакция таких дождей тем выше, чем больше в атмосфере содержится оксидов азота и серы. Кислотные дожди представляют огромную опасность как для природных экосистем, так и для здоровья человека.

#### ***Оборудование:***

- стеклянный стакан;
- универсальная индикаторная бумага или рН-метр; шкала значения рН.

#### ***Порядок проведения эксперимента***

1. Оставьте стакан или банку под открытым небом во время дождя.
2. Определите реакцию среды дождевой воды с помощью бумажных индикаторов или рН-метра.
3. Проведите аналогичные исследования в течение учебного года. Проанализируйте динамику изменения кислотности осадков и их влияние на человека.

### **1.4. Исследование атмосферного воздуха с помощью растений-индикаторов**

***Фитоиндикация*** – один из способов биоиндикации, т. е. оценка состояния окружающей среды человека по реакции растений.

Качественный и количественный состав атмосферы влияет на жизнь и развитие всех живых организмов. Присутствие вредных газо-

образных веществ в воздухе оказывает различное влияние на растения. В табл. 3 приводятся типичные признаки повреждений растений-индикаторов при действии на них загрязнителей атмосферы.

### ***Порядок проведения эксперимента***

1. Выберите для исследования несколько участков с зелеными насаждениями, окружающими ваш дом (вуз, школу). Пусть это парк или сад; загородный лес; зеленые насаждения, растущие в непосредственной близости от автомобильной дороги; аллея вблизи промышленного предприятия и т. д.

2. Используя табл. 3, сделайте вывод о качестве атмосферы над той или иной территорией города.

Таблица 3

Признаки повреждения растений под влиянием химических веществ

Воздействующий газ	Растение-индикатор	Внешние признаки повреждения растений
Озон	Картофель Табак	Серые, с металлическим оттенком пятна на верхней стороне листа. Появление белых и бледно-серых точек и пятен на листьях
Сернистый газ	Сосна обыкновенная Ель европейская Лишайники Ясень американский	Концы хвоинок приобретают бурый оттенок. Хвоя буреет и опадает. Массовая гибель. Обширное, межжилковое обесцвечивание листьев
Смог	Бегония, бобы, томаты	Погибают при образовании смога
Аммиак	Липа сердцевидная Граб обыкновенный	На нижней части листьев появляется глянцевитость или серебристость; при значительных концентрациях листья становятся тускло-зелеными, затем буреют и даже чернеют
Фторо-водород	Гладиолус	Некротическая ткань появляется на вершине листа, а затем распространяется вниз по всей ширине листа

## 1.5. Оценка загрязнения воздушной среды с помощью лишайников-индикаторов

### Пояснение к заданию

Степень загрязнения воздуха в промышленных районах города оценивают по обилию различных лишайников (рис. 1; табл. 4).

Таблица 4

### Оценка загрязнения воздуха с помощью лишайников-индикаторов

Загрязнения	Лишайники		
	кустистые	листоватые	накипные
Нет	Встречаются	Встречаются	Встречаются
Слабые	Отсутствуют	Встречаются	Встречаются
Средние	Отсутствуют	Отсутствуют	Встречаются
Сильные	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют

### Порядок проведения эксперимента

1. Возьмите кусочек слоевища разных лишайников (накипного, листоватого, кустистого) вместе с «субстратом» – кусочком коры, почвы и др. Зарисуйте их и измерьте длину.

2. После этого прикрепите кусочки лишайников на стенах, коре деревьев, крышах в разных районах города. Через полгода или год снимите их и вновь измерьте, зарисуйте. Сравните их внешний облик с первоначальным по рис. 1.

3. Отметьте, с какими лишайниками не произошло изменений (следует заметить, что в наибольшей степени лишайники страдают от высокого содержания в воздухе сернистого газа – диоксида серы).

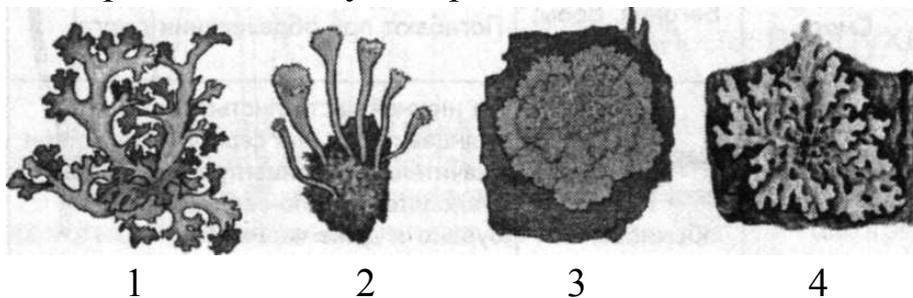


Рис.1. Лишайники: 1 – кустистый лишайник – цетрария («исландский мох»); 2 – кустистый лишайник – кладония; 3 – накипной лишайник – ксантория настенная («настенная золотянка»); 4 – листоватый лишайник – пармелия.

## 1.6. Оценка загрязнения воздушной среды по состоянию хвои сосны

### *Порядок проведения эксперимента*

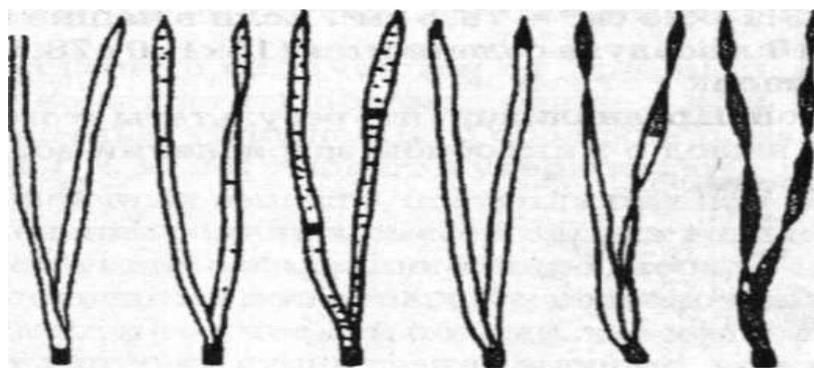
1. Выберите несколько молодых сосен и осмотрите их хвою на побегах предыдущего года.
2. Определите класс повреждения и усыхания хвои, пользуясь рис. 2 и показанной здесь оценочной схемой. Следует учесть, что более светлый участок на концах хвоинок в оценку не включается.
3. Сделайте вывод о степени загрязнения воздуха по состоянию хвои.

### *Классы повреждения хвои:*

- 1 – хвоинки без пятен;
- 2 – хвоинки с небольшим числом мелких пятен;
- 3 – хвоинки с многочисленными черными и желтыми пятнами, мелкими и крупными.

### *Классы усыхания хвои:*

- 1 – нет сухих участков;
- 2 – усохли кончики хвоинок на 2 – 5 мм;
- 3 – усохла треть длины хвоинок;
- 4 – вся хвоинка желтая или более половины ее сухая.



1            2            3            4            5            6

*Рис. 2. Повреждение и усыхание хвои сосны:*

*1 – хвоинки без пятен; 2,3 – с черными и желтыми пятнами; 4 – 6 – хвоинки с усыханием*

## **1.7. Исследование микробного загрязнения воздушной среды**

### ***Пояснение к заданию***

О количестве микроорганизмов в воздухе можно узнать, если подсчитать число колоний, выросших в чашках Петри на питательной среде. При таком посеве учитываются лишь микробы быстро оседающей пыли. Кроме того, на твердой поверхности агар-агара прорастают только аэробные формы. Считается, что этим методом определяются в среднем около 50 % микроорганизмов и спор, содержащихся в воздухе.

### ***Порядок проведения эксперимента***

1. Откройте чашки Петри с питательной средой на 5 мин в различных по антропогенной нагрузке районах города: парке, оживленной автомагистрали, во дворе, на улице и т. д.

2. Закрытые чашки выдержите в термостате или теплом месте при температуре около 30 °С в течение 2 – 3 сут.

3. Подсчитайте число колоний в чашках, учитывая, что каждая колония выросла из одной микробной клетки.

4. Рассчитайте количество микроорганизмов на 10 л воздуха. Известно, что на площади в 100 см<sup>2</sup> за 5 мин оседает столько же микроорганизмов и спор, сколько их содержится в 10 л воздуха.

Пример расчета:

Радиус чашки Петри – 5 см, ее площадь:

$$S = \pi R^2 = 3,14 \cdot 25 \text{ см}^2 = 78,5 \text{ см}^2.$$

Если в чашке найдено 15 колоний, то в 10 л воздуха содержится

$$(15 \cdot 100) : 78,5 = 19 \text{ микроорганизмов и спор.}$$

5. Проанализируйте результаты этого эксперимента. Сделайте вывод о степени загрязнения воздуха микроорганизмами в разных районах города и его влиянии на природные экосистемы и человека.

6. Подготовьте к защите интегративный проект и презентацию на тему: «Городская среда как среда жизни человека»

### ***Контрольные вопросы***

1. Каким образом связаны понятия «здоровье человека» и «качество воздушной среды»?

2. Как наиболее простым способом можно осуществить экологическую оценку атмосферного воздуха?
3. В чем опасность «кислотных осадков»?
4. Что такое ПДК, ПДС, ПДВ?
5. Как Вы оцениваете экологическое состояние воздушной среды Вашего района (города, территории)?

## **Тема 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Вода – один из объектов окружающей среды, она необходима для жизни человека, растений и животных. Вода входит в состав всех биологических тканей организма человека. Она является основой кислотно-щелочного равновесия, участвует во всех химических реакциях, составляет основу крови, секретов и экскретов организма. Важная функция воды – транспорт в организм многих макро- и микроэлементов и других питательных веществ. В районах, где микробное загрязнение поверхностных водоисточников велико, характерно распространение многих инфекционных заболеваний: холеры, брюшного тифа, амёбной и бактериальной дизентерии и др. Употребление воды с несоответствующим нормативам солевым составом может быть причиной развития флюоза, нарушений водно-солевого обмена, нитратной метгемоглобинемии. Высокое содержание хлоридов в воде водоисточников приводит к заболеваниям пищеварительной системы, повышению артериального давления и рассматривается как показатель бытового загрязнения. Высокое содержание сульфатов в воде вызывает подавление желудочной секреции. Избыточное количество нитратов в воде приводит к мутагенным и эмбриотоксичным эффектам в организме человека.

### **2.1. Определение общего количества примесей в воде методом биоиндикации**

#### ***Пояснение к заданию***

Для определения степени загрязнения водоема используют метод биоиндикации (зооиндикацию) – это оценка состояния окружающей среды человека по реакции беспозвоночных животных.

Наиболее типичным индикатором сильного загрязнения водоема среди беспозвоночных является трубочник, обитающий в медленно текущей воде, в илистом грунте, при низком содержании кислорода. В крови трубочника содержится гемоглобин, благодаря которому черви могут поглощать кислород даже при минимальных его концентрациях. Передним концом черви погружаются в ил, а задним, выставленным наружу, совершают колебательные движения. Чем меньше в воде кислорода, тем больше черви высовываются и энергичней двигаются. В сильно загрязненных водоемах в черте города число трубочников может достигать 100 000 на 1 м<sup>2</sup> дна, и эти скопления выглядят красноватыми подушками.

Кроме красных трубочников (кровь которых содержит гемоглобин) в аналогичных условиях живут личинки комара-дергуна и др. Они, как и трубочники, имеют красную кровь и строят вокруг своего тела трубки – домики из склеенных слизью донных частиц.

Загрязнение воды вызывает изменение в видовом составе водной фауны, в природных экосистемах и оказывает отрицательное влияние на антропоэкосистему.

### ***Порядок проведения эксперимента***

1. Для сбора беспозвоночных со дна водоема используют водный сачок. Отбор проб из водоемов с галечным дном и средним течением осуществляют с помощью сетчатого экрана, длина и высота которого составляет 1 м.

2. Беспозвоночных необходимо разделить на три группы в зависимости от их чувствительности или устойчивости к загрязнению. Каждая из групп имеет свой индекс толерантности (устойчивости). Беспозвоночным, неустойчивым к загрязнению, присвоен индекс 3; беспозвоночным, относительно устойчивым к загрязнению, – индекс 2; беспозвоночным, устойчивым к загрязнению, – индекс 1.

3. Определите названия пойманных вами беспозвоночных и их соответствие каждой из трех групп. Рассчитайте индекс устойчивости (табл. 5).

Таблица 5

## Определение индекса толерантности к загрязнению

Беспозвоночные		
с индексом 3	с индексом 2	с индексом 1
Личинки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• поденок;</li> <li>• веснянок;</li> <li>• ручейников</li> </ul>	Личинки стрекоз Речной рак Шаровка	Личинки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• мошек;</li> <li>• комара-дергуна</li> </ul>

4. Для определения индекса устойчивости к загрязнению перемножим число названий беспозвоночных в каждой группе на индекс толерантности группы:  $3 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 17$ .

5. Для оценки полученного значения (17) воспользуйтесь оценочной табл. 6.

Таким образом, найденный индекс устойчивости к загрязнению (17) дает возможность определить состояние воды как хорошее.

Таблица 6

## Оценка индекса толерантности

Значение индекса толерантности	Качество воды
Более 23	Отличное
17 – 23	Хорошее
11 – 16	Удовлетворительное
Менее 10	Плохое

## 2.2. Биотестирование воды в водоемах

**Биотестирование** – испытание действия какого-либо вещества или комплекса веществ на водные организмы, а исследуемые организмы называют тест-объектами. К тест-объектам можно относить разнообразные организмы, представляющие водную фауну беспозвоночных, а также водоросли, высшие растения, бактерии. Биотестирование – сложный, многогранный процесс.

### *Влияние загрязнителей на жизнеспособность рачка артемии*

Рачок артемия – мелкое ракообразное, представляющее собой одно из первых звеньев в водных цепях питания. Яйца артемии обладают высокой жизнеспособностью: в процессе эволюции они приобрели адаптации как к иссушению, низким температурам, так и к по-

вышенной концентрации растворенных в воде веществ. Представление об общей химической токсичности воды можно составить путем сравнения процента вылупившихся личинок артемии в пробе воды из природного источника с контрольным вариантом.

***Оборудование и реактивы:***

чашки Петри;  
1 % -ный раствор поваренной соли;  
бинокулярный микроскоп;  
пипетки;  
пробы воды;  
яйца артемии.

***Порядок проведения эксперимента***

1. Отберите 50 яиц артемии (их можно купить в зоологическом магазине) и поместите их в чашку Петри с 20 мл 1 % -ного раствора поваренной соли (0,5 г соли на 50 мл воды). Эта проба является контрольной.

2. Поместите по 50 яиц артемии в другие чашки Петри с пробами воды, взятыми из разных сомнительных источников.

3. Ежедневно в течение недели проверяйте в чашках образование личинок из яиц. Для этого поставьте чашку под бинокулярный микроскоп, а с одного края чашки – источник света. Личинки артемии приплывут к свету – вам останется лишь сосчитать их и удалить из чашки пипеткой.

4. Тщательно ведите ежедневные записи, а в конце недели определите и сравните процент числа вылупившихся личинок в контрольном опыте и в пробах воды из природных источников.

5. Сделайте вывод о степени общей химической токсичности воды из разных водоемов и укажите влиянии загрязненной воды на здоровье человека.

**2.3. Исследование снега на определение ионов свинца  
методом бумажной хроматографии**

***Пояснение к заданию***

Снег служит индикатором загрязнения окружающей среды жизни человека. Вредные вещества, выбрасываемые промышленными предприятиями, противогололедные реагенты, автомобильные вы-

хлопы и т.п. накапливаются в снегу и с талыми водами поступают в открытые и подземные водоемы, загрязняя их.

Снег можно исследовать так же, как и воду. Для этого пробу снега вначале растапливают, а затем проводят исследование по всем показателям. Если брать пробы снега в разных местах (в парке, на тротуаре, вблизи автострад, во дворе дома и т. д.), то можно составить достаточно подробную картину о степени его загрязнения, а также выявить причину и источник загрязнений.

Плотность снега –  $0,9 \text{ г/см}^3$ , а в 1 л снега содержится 900 мл воды.

### ***Оборудование и реактивы:***

стеклянный стакан на 100 или 200 мл (высокий и узкий) с крышкой;

хроматографическая или фильтровальная бумага;

н-бутанол;

уксусная кислота;

2 % -ный раствор хромат калия;

2 % -ный раствор нитрата свинца;

пульверизатор;

пробы сточных, ливневых вод, пробы снега, взятые у больших автострад, а также на расстоянии 50 и 100 м от них.

### ***Порядок проведения эксперимента***

1. Пробу снега растопите; 1 л образовавшейся воды упарьте до 2 – 3 мл, не допуская разбрызгивания жидкости.

2. На фильтровальной бумаге, вырезанной по величине окружности стакана (лист бумаги должен свободно входить в стакан), проведите простым карандашом линию старта на расстоянии 1 см от нижнего края. На линии старта на расстоянии 1 см от левого края бумаги поставьте каплю исследуемого раствора. В 1 – 1,5 см от него поставьте каплю 2 % -ного раствора нитрата свинца (контрольный вариант).

3. Опустите эту фильтровальную бумагу в стакан с растворителем. (Аккуратно, чтобы весь нижний край фильтровальной бумаги одновременно коснулся растворителя, находящегося в стакане!). Рас-

творителем в данном случае является смесь н-бутанола и дистиллированной воды с добавлением уксусной кислоты до установления в системе  $pH=3$ . Накройте стакан крышкой (это может быть стекло или чашка Петри).

4. Достаньте хроматограмму в тот момент, когда фронт растворителя поднимется по ней и до конца бумаги останется 1 см. Подсушите.

5. Обнаружить пятна, в которых находится ион свинца, можно с помощью раствора хромата калия, в результате реакции с которым образуется лимонно-желтая окраска осадка:  $Pb^{2+} + CrO_4^{2-} = PbCrO_4$ . Для этого опрыскивают хроматограмму из пульверизатора раствором хромата калия. (Очень аккуратно! После работы руки тщательно вымойте с мылом, поскольку соединения хрома (+6) канцерогенны!).

6. Сделайте вывод о нахождении ионов свинца в исследуемой талой воде. Для этого внимательно рассмотрите пятно, образовавшееся в том месте, где находится контрольный вариант раствора. Отметьте длину пробега ионов свинца, т.е. расстояние от линии старта до центра пятна, а также цвет, качество и массу осадка хромата свинца, который образовал контрольный вариант раствора. После этого поищите пятно, которое мог дать свинец в исследуемой воде. Оно должно находиться на том же расстоянии от линии старта, как и у контрольного варианта. Если пятно отсутствует, можно сделать вывод, что ионов свинца в исследуемой воде нет или их очень мало, т.е. меньше, чем степень чувствительности этой реакции. Если на том же расстоянии, что и у контрольного варианта, есть желтое пятно, делают вывод, что ионы свинца в исследуемом образце есть. Можно сравнить размеры пятна с пятном контрольного варианта и предположить, какова концентрация этих ионов в образце (например, пятно меньше чем у свидетеля в два раза – значит, и концентрация ионов свинца в образце в два раза меньше, чем в контрольном варианте, т. е. менее 2 %).

7. При подведении результатов надо учесть многократность нанесения проб. Сделайте вывод о влиянии ионов свинца в снегу на здоровье человека.

8. Подготовить к защите интегративный проект и презентацию на тему: «Здоровье человека как критерий состояния антропоэкосистемы».

### ***Контрольные вопросы***

1. Каким образом можно провести экологическую оценку питьевой воды или из какого-либо водоема?
2. Как определить общую химическую токсичность воды в водоемах методом биотестирования?
3. Что такое биоиндикация?
4. Какая существует зависимость между загрязнением снега и качеством среды жизни человека?
5. Как Вы оцениваете экологическое состояние водных объектов Вашего района (города, территории)?

### **Тема 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ**

**Почва** – рыхлый поверхностный слой земли. Плодородие почвы обуславливается ее определенными физико-химическими свойствами. В состав почвы входят следующие структурные компоненты: минеральная основа (50 – 60 % общего состава почвы), органические вещества (до 10 %), воздух (15 – 25 %), вода (25 – 35 %). Кроме того, в состав почв входят живые организмы – биотический компонент. Таким образом, почва включает в себя твердые, жидкие, газообразные компоненты и формируется в результате сложного взаимодействия климата, растений, животных, микроорганизмов.

Почвы городов существенно отличаются от природных. Чаще всего в городе можно встретить перемешанные и насыпные почвы с высокой степенью уплотнения. Городские почвы обычно сильно загрязнены, т. к. поглощают и удерживают значительные количества токсичных веществ, поступивших из воздуха и талых вод. Применение соляных смесей против дорожного обледенения способствует их засолению. Микрофлора почв города и видовой состав почвенных животных (беспозвоночных и позвоночных) очень бедны, в том числе и потому, что количество перегноя в городских почвах существенно меньше, чем в природных. Можно говорить, что почвы городов обладают низким плодородием.

Почва может прямо или опосредованно оказывать токсическое, аллергенное, канцерогенное, мутагенное и прочие воздействия на организм человека. Недостаток или избыток микроэлементов в почве вызывает эндемические заболевания.

### **3.1. Изменение механических свойств почвы под влиянием деятельности человека**

#### ***Порядок проведения эксперимента***

#### ***А. Оценка влияния человека на механическую структуру почвы***

Чтобы оценить степень антропогенного влияния на механическую структуру почвы, проведите сравнительное исследование разных почв, взяв для анализа пробы из центральной части парковой зоны и с придорожного участка.

#### ***Б. Исследование структуры почв***

Взяв образцы почвы, внимательно рассмотрите каждый из них, подержите почву в руках, попробуйте смять ее в комок. Определите, какая почва сохранила свою комковатую структуру, а какая стала бесструктурной. Как вы думаете, почему под влиянием человека почва становится бесструктурной?

#### ***В. Исследование плотности почв***

Исследование плотности почв с разных участков необходимо осуществлять на одной и той же глубине. Опытным путем определите, на какой из пробных площадок почва более плотная. Где находится почва более рыхлая, а, следовательно, и более аэрируемая и водопроницаемая? Как это связано с характером структуры почв? А как связано с ее плодородием?

### **3.2. Исследование почвы на ее засоленность**

#### ***Пояснение к заданию***

Избыток растворенных в почве солей (ее засоленность) снижает ее плодородие. Такими солями являются, например, хлориды натрия, магния, кальция, карбонат и сульфат натрия. Определите относительное количество этих солей.

#### ***Оборудование и реактивы:***

рычажные или аптечные весы (с точностью до 0,1 г) и разновесы;  
фарфоровая чашечка для прокаливания;  
штатив;

спиртовка;  
колба;  
мерный цилиндр; мерная пипетка; пробирки; воронка;  
фильтровальная бумага;  
10 % -ный раствор соляной кислоты HCl;  
10 % -ный раствор азотной кислоты HNO<sub>3</sub>;  
концентрированный раствор соляной кислоты HCl;  
20 % -ный раствор хлорида бария BaCl<sub>2</sub>;  
0,1 мл 1,5 % -ного раствора нитрата серебра AgNO<sub>3</sub>;  
дистиллированная вода.

### ***Порядок проведения эксперимента***

1. ***Обнаружение карбонатов в почве.*** Для этого на пробу почвы нанесите несколько капель 10 %-ного раствора соляной кислоты. Если почва содержит карбонат-ион, то под действием кислоты начнется выделение углекислого газа. Почва как бы «вскипает». Молекулярное уравнение этой реакции имеет вид:



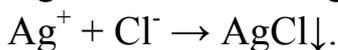
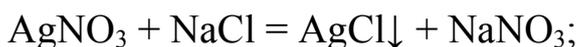
Краткое ионное уравнение этой реакции:



Почвы, вскипающие от 10 % -ной соляной кислоты, относят к карбонатным. Интенсивность выделения углекислого газа, т.е. интенсивность «вскипания» (бурное, среднее, слабое), дает предварительную количественную оценку содержания карбонат-иона в почве.

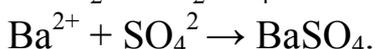
2. ***Подготовка водной вытяжки почвы.*** Для этого возьмите 25 г почвы, поместите ее в колбу, добавьте 50 мл дистиллированной воды. Взболтайте содержимое колбы, дайте отстояться в течение 5 – 10 мин. Еще раз взболтайте и после отстаивания профильтруйте.

3. ***Определение наличия хлоридов в почве.*** Отлейте в пробирку 5 мл почвенной вытяжки, добавьте несколько капель 10 %-ной азотной кислоты и по каплям 0,1 мл раствора нитрата серебра. Если хлориды присутствуют, то образуется хлопьевидный белый осадок хлорида серебра, который на свету темнеет и не растворяется в азотной кислоте. Уравнения (молекулярное и краткое ионное) происходящих реакций выглядят так:



Если признаком реакции при анализе образца будет хорошо различимый белый творожистый или хлопьевидный осадок, то данный образец содержит десятые доли процента хлорид-ионов. Если раствор только мутнеет, т.е. теряет прозрачность, то в почве содержатся сотые и тысячные доли процента хлорид-ионов.

4. **Обнаружение сульфатов в почве.** К 5 мл почвенной вытяжки прилейте несколько капель концентрированной соляной кислоты и 3 мл 20 % -ного раствора хлорида бария. Если почва содержит сульфат-ион, то появляется белый тонкодисперсный, или, как говорят, молочный осадок сульфата бария. О концентрации его в почвенной вытяжке можно судить по степени прозрачности полученной смеси (густой осадок, мутный или почти прозрачный раствор). Уравнение качественной реакции на сульфит-ион:



5. **Обнаружение солей натрия.** Как известно, ионы натрия легче всего обнаружить по характерной окраске пламени ярко желтого цвета. Для этой цели используют нихромовую проволочку. Ее вначале прокаливают в пламени спиртовки докрасна, затем вносят в исследуемый раствор, а после – в пламя спиртовки (во внешнюю его часть) и отмечают цвет пламени.

### 3.3. Определение относительного количества почвенных нитратов

#### *Пояснение к заданию*

Почва влияет на здоровье человека опосредованно, через растения, выращенные на ней. В том случае, если в почве находятся чуждые ей вещества (ксенобиотики), например пестициды, они накапливаются в растениях и неблагоприятно влияют на человека при их потреблении. Нежелательное воздействие оказывают и нитраты, если они находятся в почве в явном избытке. В желудочно-кишечном тракте человека они могут превращаться в нитриты, ядовитые для человека. При этом снижается работоспособность, возникает головокружение, может быть потеря сознания, изменение состава крови.

Приведенный здесь метод обнаружения нитрат-иона можно использовать для анализа листьев капусты, моркови, картофеля, а также какого-либо дикорастущего растения.

#### ***Оборудование и реактивы:***

раствор дифениламина в серной кислоте: 0,1 г дифениламина растворяют в 10 мл концентрированной серной кислоты и хранят в темной склянке. (Этот реактив готовит учитель! Обращаться с большой осторожностью! При попадании на кожу немедленно смывать проточной водой в течение 5 минут);

пипетки;

ступка с пестиком; предметное стекло; стеклянная полочка; растительный объект.

#### ***Порядок проведения эксперимента***

1. Разотрите растительную ткань в ступке.
2. Отфильтруйте сок и его каплю нанесите на предметное стекло; добавьте несколько капель раствора дифениламина (осторожно!).
3. О содержании нитратов судят по изменению окраски: в присутствии нитрат-иона дифениламин дает синее окрашивание.
4. Количество нитратов оценивают так: при отсутствии нитратов окраска не меняется; при небольшом их количестве цвет светло-голубой; в случае высокой концентрации нитратов окраска становится темно-синей.
5. Есть мнение, что свежеприготовленный овощной сок не содержит нитратов даже в том случае, если овощ, из которого отжали сок, содержал этот ион, т. е. нитрат-ион остается в клетчатке. Попробуйте это проверить.

### **3.4. Определение тяжелых металлов в почве**

#### ***Пояснение к заданию***

Характер загрязнения почвы существенно зависит от качества сточных вод, спускаемых промышленными и сельскохозяйственными предприятиями. Так, сточные воды гальванических и электрометаллургических цехов могут содержать ионы тяжелых металлов. Свинец

попадает в почву главным образом из выхлопных выбросов автомобилей, использующих этилированный бензин.

### ***Обнаружение меди и свинца***

#### ***Оборудование и реактивы:***

сушильный шкаф; фарфоровая ступка с пестиком; сито;  
стеклянный стакан на 200 мл; термометр (0 – 100°C); штатив с пробирками; лист пергаменты или кальки;

растворы: аммиака, азотной и соляной кислот, йодида калия, хромата калия, желтой кровяной соли;

образцы почв, взятых: а) в непосредственной близости от автомобильной дороги; б) черте города; в) парке и др.

#### ***Порядок проведения эксперимента***

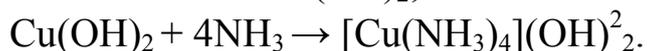
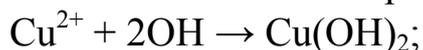
1. Высушите почву в сушильном шкафу при 30 – 40°C, поместив ее тонким слоем на пергамент или кальку. Инеродные включения и корни удалите.

2. Высушенную почву размельчите в ступке и просейте через сито.

3. Полученный образец почвы поместите в стакан и добавьте смесь соляной и азотной кислот (осторожно!) в количестве, превышающем количество почвы в 3; 4 раза по объему. После тщательного перемешивания в течение 10 – 15 мин и отстаивания отфильтруйте полученную смесь.

4. Ионы меди старайтесь обнаружить в растворе с помощью характерных реакций:

а) образование гидроксида меди под действием раствора аммиака и растворение его в избытке раствора аммиака вследствие образования комплексной соли. Уравнения реакций таковы:



Признак первой реакции – появление осадка синеватого или зеленоватого цвета, а во второй реакции получается раствор ярко-синего, василькового цвета;

б) образование характерного осадка красно-бурого цвета под действием желтой кровяной соли –  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

5. Ионы свинца постарайтесь обнаружить в растворе с помощью таких характерных реакций:

а) ионы свинца образуют осадок йодида свинца интенсивно-желтого цвета с ионами йода;

б) образование золотисто-желтого осадка под действием хромат-иона.

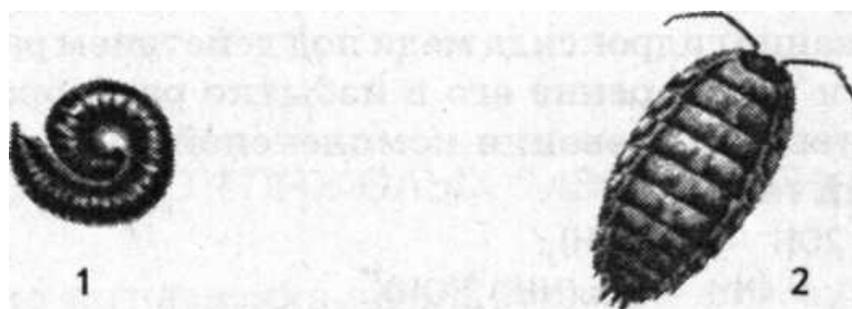
6. Прodelайте эти реакции (по 4 или 5 раз) в пробирках при комнатных условиях, используя по 5 мл фильтрата почвенной вытяжки.

7. Прodelайте данный анализ для разных образцов почв.

### **3.5. Определение в почве радиоактивных веществ методом биоиндикации**

#### ***Пояснение к заданию***

Радиоактивные вещества, попадающие в почву, представляют собой большую опасность для всей живой природы и в том числе для человека. Одна из форм воздействия на очаг загрязнения с целью снижения его радиоактивности – расселение в нем таких почвенных животных, как кивсяки, мокрицы, почвенные моллюски (рис. 3). Все они накапливают и выводят из круговорота радиоактивный стронций-90 и могут использоваться как биоиндикаторы загрязнения почвы стронцием-90. На участках с повышенным фоном радиации заметное угнетение испытывают дождевые черви. На таких участках не только снижается их численность, но и уменьшаются их размеры, наблюдается задержка в развитии.



*Рис. 3. Животные-индикаторы почвенной радиоактивности:  
1 – кивсяк; 2 – мокрица*

### ***Порядок проведения эксперимента***

1. Исследуйте состав беспозвоночных на пробных площадках. Встретились ли вам кивсяки, моллюски, мокрицы? Много ли их? Обнаружены ли дождевые черви? В случае, если налицо обилие первых и отсутствие вторых (дождевых червей), можно говорить о возможном повышении радиоактивного фона.

2. Подготовьте к защите интегративный социально-экологический проект и презентацию на тему: «Особо охраняемые природные территории города Владимира».

### ***Контрольные вопросы***

1. Как можно провести экологическую экспертизу пробы почвы с территории научно-биологической станции вуза (вашего дачного участка)?

2. В чем опасность загрязнения почвы хлоридами, сульфатами, карбонатами, солями натрия, тяжелыми металлами, радиоактивными веществами?

6. Как Вы оцениваете экологическое состояние почв Вашего района (города, территории)?

## **Тема 4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

Практические занятия:

1. Разработка эколого-психологической модели поведения человека в экстремальной ситуации, обусловленной техногенной катастрофой.

2. Разработка эколого-психологической модели поведения человека в экстремальной ситуации, обусловленной природной катастрофой.

3. Выявление влияния информационной среды на экологическое сознание человека.

4. Основы проектирования, моделирования и диагностики эколого-образовательной среды.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Практикум по экологии / С. В. Алексеев [и др.]. – М. : АО МДС, 1996. – 192 с.
2. *Арановская, Г.И.* Справочник по физико-химическим методам исследования объектов окружающей среды / Г. И. Арановская, Ю. Н. Козинцев, Ю. С. Ляликов. – М. : Судостроение, 1979.
3. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М. : Мир, 1988. – 350 с.
4. *Дончева, А.В.* Ландшафтная индикация загрязнения природной среды / А. В. Дончева, Л. К. Казаков, В. Н. Калуцков. – М. : Экология, 1992. – 254 с.
5. *Злотников, Э.Г.* Химико-экологический анализ различных природных сред: экспериментальный материал для факультативных и кружковых занятий в средних школах / Э. Г. Злотников, Э. Р. Эстрин. – Киров : Изд-во ВГПУ, 1996. – 111 с.
6. Полевой практикум по экологии / М. А. Кузнецова [и др.]. – М. : Наука, 1994. – 73 с.
7. Методическое руководство по биотестированию воды. РД 18-02-90. – М. : Госкомприроды СССР, 1991. – 48 с.
8. *Новиков Ю.В.* Методы исследования качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина ; под ред. А. П. Шицковой. – М. : Медицина, 1990. – 400 с.
9. *Муравьев, А.Г.* Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / А. Г. Муравьев. – СПб. : Крисмас+, 1998. – 224 с.
10. *Рыжов, И.Н.* Школьный экологический мониторинг городской среды : учеб. пособие по экологическому образованию школьников / И. Н. Рыжов, Г. А. Ягодин. – М. : Галактика, 2000. – 192 с.
11. Экологический мониторинг : метод. пособие для учителей средних учебных учреждений / В. В. Снакин [и др.] – М. : РЭФИА, 1996. – 92 с.
12. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2007 году : справ. пособие / Гос. экологич. инспекция Белгор. обл. ; под ред. С. В. Лукина ; рец.: П. Г. Акулов, Г. И. Уваров. – Белгород : КОНСТАНТА, 2008. – 276 с.
13. *Тарарина, Л. Ф.* Экологический практикум для студентов и школьников (Биоиндикация загрязненной среды) / Л. Ф. Тарарина. – М. : Аргус, 1997. – 80 с.
14. Школьный экологический мониторинг : учеб.-метод. пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. – М. : АГАР, 2000. – 387 с.
15. Экологический мониторинг: концепция, подходы, роль в образовательных проектах : учеб.-метод. пособие / под ред. Д. В. Моргуна. – М. : Социально-политическая мысль, 2006. – 140 с. – (Сер. «Экологическое образование»).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Тема 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ.....	4
1.1. Исследование воздуха на содержание твердых примесей.....	5
1.2. Исследование загрязнения воздушной среды городским транспортом.....	6
1.3. Изучение кислотности атмосферных осадков.....	8
1.4. Исследование атмосферного воздуха с помощью растений-индикаторов.....	8
1.5. Оценка загрязнения воздушной среды с помощью лишайников-индикаторов.....	10
1.6. Оценка загрязнения воздушной среды по состоянию хвои сосны.....	11
1.7. Исследование микробного загрязнения воздушной среды.....	12
Тема 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	13
2.1. Определение общего количества примесей в воде методом биоиндикации.....	13
2.2. Биотестирование воды в водоемах.....	15
2.3. Исследование снега на определение ионов свинца методом бумажной хроматографии.....	16
Тема 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ.....	19
3.1. Изменение механических свойств почвы под влиянием деятельности человека.....	20
3.2. Исследование почвы на ее засоленность.....	20
3.3. Определение относительного количества почвенных нитратов.....	22
3.4. Определение тяжелых металлов в почве.....	23
3.5. Определение в почве радиоактивных веществ методом биоиндикации.....	25
Тема 4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА.....	26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	27

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА  
СРЕДЫ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
по курсу «Экология человека : региональный аспект»  
для бакалавров направления 050100  
естественно-географического факультета*

Составитель

СТЕПАНЕЦ Раиса Владимировна

Ответственный за выпуск – зав кафедрой доцент Е. С. Цикало

Подписано в печать 10. 03. 13.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л 1,63. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.