

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра экологии и природопользования

Е.В. ГРИВКО, С.В. ШАБАНОВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«ПРАКТИКУМ ПО ЭКОЛОГИИ»

Часть 1

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2008

**УДК [502.1:625.7](076.5)**

**ББК 20.18я73**

**Г82**

Рецензент

доцент, доктор сельскохозяйственных наук Т.А. Гамм

**Гривко Е.В.**

**Г82      Методические указания к практическим занятиям по дисциплине  
«Практикум по экологии», часть 1/ Е.В. Гривко, С.В. Шабанова –  
Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – 71 с.**

Методические указания предназначены для выполнения практических работ по дисциплинам специальности 280201.65 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»: “экология”, “природопользование”, “практикум по экологии”.

Практикум содержит по каждому разделу понятийный аппарат, а для каждой работы - следующие структурные элементы: цель, оборудование и материалы, ход работы, содержание отчета по выполнению работы, контрольные вопросы. Практикум рекомендован для студентов естественнонаучных, инженерных и экономических специальностей, изучающих дисциплины «Экология», «Природопользование», «Практикум по экологии».

**ББК 20.18я73**

© Гривко Е.В. 2008

Шабанова С.В.

© ГОУ ОГУ, 2008

## Содержание

Введение.....	4
Пояснительная записка.....	5
1 Биотические и биоиндикационные методы экологических исследований	6
1.1 Терминологический словарь раздела.....	7
1.2 Практическая работа № 1: «Описание влияния экологических факторов на любой вид дикорастущих растений и животных».....	10
1.3 Практическая работа № 2: «Определение типа кривой роста популяции на краеведческом материале».....	15
1.4 Практическая работа № 3: «Описание экологической ниши живого организма».....	19
1.5 Литература, рекомендуемая для изучения раздела.....	21
2 Взаимосвязь факторов окружающей среды и здоровья населения. Методики оценки качества жизни.....	22
2.1 Терминологический словарь раздела.....	23
2.2 Практическая работа №4: «Составление экологического паспорта помещения (учебной аудитории и рекреационных зон)».....	24
2.3 Практическая работа № 5: «Оценка содержания нитратов в продуктах питания».....	38
2.4 Литература, рекомендуемая для изучения раздела.....	48
3 Физико-химические и физические методы исследования живых естественных и антропогенных систем.....	49
3.1 Терминологический словарь раздела.....	49
3.2 Практическая работа № 6: «Качественные и количественные реакции на содержание в растворах белковых молекул как критерий качества водных экосистем».....	49
3.3 Практическая работа № 7: “Определение качества атмосферного воздуха по дисперсности пыли”.....	56
3.4 Литература, рекомендуемая для изучения раздела.....	64
Список использованных источников.....	65
Приложение А.....	67
Приложение Б.....	68
Приложение В.....	69
Приложение Г.....	70
Приложение Д.....	71

## Введение

На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающим миром. Но с тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось. Если двадцать-тридцать лет назад экологические проблемы обсуждали только специалисты, то сейчас они являются всеобщими проблемами населения Земли. Утончение озоновой оболочки, глобальные изменения климата, истощение природного слоя почвы, природных ресурсов, уменьшение запасов питьевой воды и одновременно интенсивный рост народонаселения планеты, сопровождающийся наращиванием производственных мощностей, частые аварии – это проблемы, которые касаются каждого государства. В совокупности они являются факторами непрерывного ухудшения качества среды обитания не только самого человека, но и других живых существ.

Хотя проблемы качества среды для человека, безусловно, имеют очень важное практическое значение, а решение их невозможно без экологических знаний, круг задач этой науки гораздо более широкий. В своих работах специалисты-экологи стараются понять, как устроена биосфера, какова роль организмов в круговороте различных химических элементов и процессах трансформации энергии, как разные организмы взаимосвязаны между собой и со средой своего обитания, что определяет распределение организмов в пространстве и изменение их численности во времени. Поскольку объекты экологии — это, как правило, живые макросистемы, природно-техногенные комплексы, включающие наряду с организмами и неживые объекты, в качестве задач формирования экологического знания выступает объяснение явлений, процессов и свойств объектов природы.

Истоками экологического знания является естественнонаучное познание. По общему убеждению, любой процесс познания состоит из трех этапов: поиск причинно-следственных связей; организация эксперимента и опыта; анализ и обобщение результатов, благодаря чему устанавливаются границы истинности полученных экспериментальных результатов или границы применимости законов, теорий отдельных научных утверждений.

Истинный естествоиспытатель не должен ограничиваться теоретическими утверждениями или выдвинутыми гипотезами для объяснения наблюдаемых явлений или свойств. Он должен подтвердить их экспериментом, опытом и связать их с «действительным ходом вещей». Умения и навыки по организации регулярных, выполняемых по заданной программе наблюдений природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяют определить их состояние и происходящие в них процессы под влиянием антропогенной деятельности. Все это является целью экологических исследований.

Направления исследования окружающей природной среды и природно-техногенных систем делятся на: геофизические; геохимические; биологические; физико-географические.

## **Пояснительная записка**

Практикум разработан в соответствии с ГОС ВПО «Требования к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы» по дисциплинам специальности 280201.65 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» и базируется на знаниях общей экологии, прикладной экологии, химии, биологии, физики, географии и др.

**Цель практикума:** сформировать у студентов навыки постановки и проведения практических занятий по экологии, продолжить процесс формирования у студентов экологического сознания, основанного на бережном, рациональном подходе к изучению природных явлений и природно-техногенных комплексов.

**Предметом практикума** являются методы экологических исследований в рамках организации научного экологического исследования, а также специфические аспекты методов лабораторных и практических работ, полевых практикумов и экспедиций.

### **Содержание разделов дисциплины**

1. Раздел «Биотические и биоиндикационные методы экологических исследований»

2. Раздел «Взаимосвязь факторов окружающей среды и здоровья населения. Методики оценки качества жизни»

3. Раздел «Физико-химические и физические методы исследования живых естественных и антропогенных систем»

### **Темы практических занятий**

1 Описание влияния экологических факторов на любой вид дикорастущих растений и животных;

2 Определение типа кривой роста популяции на краеведческом материале;

3 Описание экологической ниши живого организма;

4 Составление экологического паспорта помещения (учебной аудитории и рекреационных зон);

5 Оценка содержания нитратов в продуктах питания;

6 Качественные и количественные реакции на содержание в растворах белковых молекул как критерий качества водных экосистем;

7 Определение качества атмосферного воздуха по дисперсности пыли.

# **1 Биотические и биоиндикационные методы экологических исследований**

Наблюдения за состоянием окружающей среды очень часто включают в себя оценку загрязнения по биологическим показателям. В первую очередь проводится оценка изменений растительного и почвенного покровов.

Состояние наземной растительности качественно характеризует загрязнение воздушного бассейна и почвенного покрова в районе расположения промышленных предприятий и других источников загрязнения. При повышенных уровнях загрязнения отмечаются угнетение растительного покрова, уничтожение отдельных видов растений, суховершинность хвойных деревьев, сопровождающиеся в ряде случаев деградацией почвенного покрова.

Оценка угнетения растительности, выполняемая на основании методических подходов, представляется в виде карты-схемы района с указанием зон различной степени угнетения (поражения) растительности.

Результаты визуальной оценки степени нарушенности почвенного покрова, уточненные на основании исследований качества почв по агрохимическим и биологическим показателям, в частности ферментативной активности, т. е. ускорения химических реакций под действием ферментов (катализаторов жизнедеятельности), активности и распространению почвенных организмов, выполненных специалистом-почвоведом, а также исследований фитотоксичности почв, отмечаются на карте-схеме с выделением зон различной степени деградации почв (сильной, средней и слабой).

Далее проводится гидробиологическая оценка загрязненности водных объектов. Она должна осуществляться в рамках важнейших методологических подходов: биоиндикации и биотестирования.

Для оценки загрязнения водных объектов по состоянию фитопланктонного сообщества используется ряд методов, базирующихся на двух основных принципах: индикаторном значении видов и видовом разнообразии сообщества.

В соответствии с принятым в системе Росгидромета классификатором качества вод суши по гидробиологическим показателям воды подразделяются на 6 классов (очень чистые, чистые, умеренно загрязненные, загрязненные, грязные и очень грязные). Класс вод определяется по совокупности данных о состоянии зообентоса, фитопланктона, зоопланктона и бактериопланктона.

При этом разрешается использовать более чувствительный и информативный метод исследования уровня загрязнения водных объектов по состоянию сообщества фитопланктона, который позволяет при изучении сообщества флоры определять не только видовой состав фитопланктона, но и физиологическое состояние организмов, входящих в состав сообщества (биоиндикация).

По результатам биотестирования водных объектов на основе исследования токсичности вод проводится оценка загрязненности водных объектов по шкале, имеющей три степени градации: сильно загрязненные, средне загрязненные и слабо загрязненные водные объекты.

## 1.1 Терминологический словарь раздела

**Конвергенция** – схождение признаков в результате эволюционного развития у двух и более групп (видов) живых организмов.

**Морфология** – наука, изучающая внешнее строение живых организмов.

**Кутикулярный слой** – восковой налет на листовой поверхности растений, защита от механических повреждений и отражение избыточной солнечной энергии.

**Фотосинтез** – это процесс трансформации солнечной энергии во внутреннюю энергию химических связей органических соединений (крахмал, гликоген), а также аккумуляция ее в энергоемком органическом соединении АТФ, в результате чего поглощается углекислый газ и выделяется кислород.

**Гетерофилия** – это явление, связанное с формированием различных форм листовых пластинок у растений, в связи с адаптацией к различным средам обитания.

**Метаморфоз** – превращение или изменение организма в целом или его части под воздействием условий окружающей среды.

**Устье** – орган дыхания растений.

**Среда обитания** – часть природы, окружающей живые организмы, и оказывающей прямое или косвенное воздействие на них.

**Условия жизни** – это совокупность необходимых для организмов элементов среды обитания, без которых они не могут существовать.

**Экологическая ниша** – комплекс факторов, которые требуются для существования вида, включая его связи с другими видами в сообществе. Среда обитания + условия жизни (конкретного организма) = экологическая ниша.

**Сообщества** – группа организмов, относящихся к различным видам, существующие в одних условиях жизни и связанные друг с другом трофически-топическими связями.

**Биоценоз или сообщество** – совокупность популяций всех видов живых организмов, населяющих определенную географическую территорию и отличающихся определенными отношениями между собой и приспособленностью к окружающим условиям.

**Обилие вида** – это число особей данного вида на единицу площади или объема занимаемого пространства.

**Экологическая стратегия** – приспособление особей (адаптация), направленная на повышение вероятности выживания и оставление потомства; приспособление особей к длительному выживанию

**Резистентность** – способность организма сопротивляться неблагоприятным изменениям окружающей среды.

**Рождаемость** – количество потомков (в частях или процентах от общего размера популяции или сообщества), производимых одной женской особью за год.

**Биотический (репродуктивный) потенциал** – разность между относительной рождаемостью и смертностью.

**Дорепродуктивная смертность** – процент особей, погибших до достижения половой зрелости.

**Выживаемость** – процент особей, выживших до достижения половой зрелости.

**Емкость среды** – пределы ресурсов, за счет которых существует вид, популяция, особь (ресурсы – пищевые предпочтения, убежища, места миграции, размножения).

**Динамика популяции** - изменение численности организмов.

**r – виды** (“оппортунисты”, ”пионеры”). Эти виды не чувствительны к плотности популяции, т.е. с i-образной кривой численности.

**K – виды.** Эти виды популяции с относительно низким значением r, зависящим от плотности популяции, т.е. с S-образной кривой роста, со свойственной тенденцией к равновесию.

**Ключевые факторы** – условия, влияющие на смертность, сдвиги в популяции, связанные с плотностью.

**Виды динамики популяции:** стабильная (изменение численности по отношению к нулевой в несколько раз); изменчивая (если скачки по отношению к нулевому значению численности происходят в десятки раз); взрывная (если скачки по отношению к нулевому значению численности отличаются от нулевого в сотни или тысячи раз).

**Плотность вида** – это число организмов определенного данного вида на данной площади, например на  $10 \text{ м}^2$ .

**Частота вида** – это вероятность обнаружения определенного вида в пределах, любым случайным образом, брошенного квадрата в данном районе.

**Проективное покрытие вида** показывает, какая часть почвы занята особями данного вида, и дает оценку площади, покрытой этим видом в процентах от общей площади.

**Жизненные формы:** 1. это совокупность приспособительных признаков организмов (1884, Варшминг Е.); 2. это результат длительного приспособления организмов к местным условиям существования, выраженный в конкретном их внешнем облике, 3 -внешнее строение тела организма, отражающего процесс адаптации его к условиям окружающей среды.

**Анатомия** – часть биологии, которая рассматривает внутреннее строение организмов.

**Гелеоцентризм** – адаптация растений к световому режиму, выраженная в повороте растения за солнцем.



**Фанерофиты (Ph)** - почки возобновления, открытые или закрытые, расположены высоко над поверхностью почвы (выше 30 см). По консистенции стебля, по высоте растения, по ритму развития листвы, по защищенности почек подразделяются на 15 подтипов.

**Хамефиты (Ch)** — почки возобновления у поверхности почвы или не выше 20-30 см. Подразделяются на 4 подтипа.

**Гемикриптофиты (HK)** - почки возобновления у поверхности почвы или в самом поверхностном слое ее, часто покрытом подстилкой. Включает 3 подтипа и более мелкие подразделения.

**Криптофиты (K)** - почки возобновления скрыты в почве (геофиты) или под водой (гелофиты и гидрофиты). Подразделяются на 7 подтипов.

**Терофиты (Th)** - возобновление после неблагоприятного времени года только семенами.

## 1.2 Практическая работа № 1

**Тема: «Описание влияния экологических факторов на любой вид дикорастущих растений и животных»**

### **Цель работы:**

- 1) изучить строение организмов растений и животных в связи с условиями жизни, приспособленность организма к определенной среде обитания;
- 2) познакомиться с методикой изучения жизненных форм растений и животных, анализом конвергентного сходства животных разных систематических групп;
- 3) овладеть навыками выявления влияния среды обитания на строение организма.

### **Оборудование и материалы:**

Натуральные объекты животных и растений, атласы с морфо-анатомическими особенностями растений различных типичных сред, комнатные растения, микроскоп.

### **Общие положения**

Понятие о «жизненной форме» как совокупности приспособительных признаков впервые ввел в 1884 году один из основоположников экологии растений, датский ботаник Е. Варминг. По его определению, это форма, в которой вегетативное тело растения (индивида) находится в гармонии с внешней средой в течение всей его жизни. Определение этого понятия, более краткого и общего, находим у целого ряда современных ученых-исследователей. По А.П. Шенникову (1964), «виды растений, сходные по форме и приспособлению к среде, объединяют в одну жизненную форму». В.В. Алехин (1944) считает, что «жизненная форма — это результат длительного приспособления растений к местным условиям существования, выраженный в его внешнем облике».

Широкое применение в экологических и фитоценологических исследованиях находит классификация жизненных форм, разработанная датским ботаником К. Раункиером (1934). В основу ее положена идея, что сходные типы приспособлений растений к среде – это, прежде всего сходные способы перенесения наиболее трудных условий. Действительно, благоприятные условия в целом благоприятны для всех растений (за исключением случаев резкого сдвига экологических оптимумов в особых условиях) и не требуют особых приспособлений. Адаптивные же изменения связаны главным образом с преодолением условий, лежащих за пределами оптимальных. В областях с сезонной периодичностью климата такие трудные для растений условия наступают в основном в осенне-зимний сезон, а в аридных областях — еще и в период летних засух. Отсюда основное сходство

приспособлений растений к среде должно заключаться в сходстве способов перенесения неблагоприятного периода года. К. Раункиер для классификации жизненных форм растений выбрал только один признак, но имеющий большое приспособительное значение: положение почек или верхушек побегов в течение неблагоприятного времени года по отношению к поверхности почвы и снегового покрова. Этот признак, на первый взгляд кажущийся частным, имеет глубокий биологический смысл (защита меристем, предназначенных для продолжения роста, обеспечивает непрерывное существование особи в условиях резко изменяющейся среды) и широкое экологическое содержание, вследствие того, что речь идет о приспособлении не к одному какому-либо фактору, а ко всему комплексу факторов среды. Выбранный К. Раункиером признак, таким образом, оказался коррелятивно связанным с целым рядом других, в том числе и с чисто физиономическими, а классификация стала универсальной.

Все растения К. Раункиер подразделил на пять типов жизненных форм (фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, криптофиты, терофиты).

Подразделение на подтипы основано на использовании морфологических признаков, таких, как характер и расположение побегов, защищенность почек и т. д.

К. Раункиер считал, что жизненные формы складываются исторически как результат приспособления растений к климатическим условиям среды. Он назвал процентное распределение видов по жизненным формам в растительных сообществах на изучаемой территории биологическим спектром. Были составлены биологические спектры для разных зон и стран, которые могли служить индикаторами климата.

Континентальный климат умеренного пояса считается климатом гемикриптофитов, а жаркий и влажный климат тропиков — климатом фанерофитов. Вместе с тем жизненные формы растений, по К. Раункиеру, слишком обширны и неоднородны. Так, хамефиты включают растения с разным отношением к климату. Их много, как в тундре, так и в пустынях.

Для растительности умеренных областей в связи с конкретными задачами исследований растительного покрова были предложены различные системы жизненных форм применительно к отдельным группам растений и типам растительности. Г. К. Высоцким в 1915 году была разработана система жизненных форм для степных сообществ юга России. Впоследствии она была дополнена Л.И. Казакевичем (1922) и до настоящего времени находит применение при анализе растительных сообществ, составленными травянистыми многолетниками. За основу выделения жизненных форм авторами были взяты способы вегетативного размножения и расселения растений, поэтому большое внимание уделено строению их подземных органов.

Также жизненные формы рассматривал И.Г.Серебряков. Он особо подчеркивал, что жизненная форма — это своеобразная внешняя форма организмов, обусловленная биологией развития и внутренней структурой их

органов, возникает в определенных почвенно-климатических условиях как приспособление к жизни в этих условиях, т.е. они представляют собой формы, приспособившиеся под длительным влиянием экологических факторов. К жизненной форме «деревья» относятся многолетние растения с одним одревесневшим стволом, сохраняющемся на протяжении всей жизни растения. Они могут быть листопадными и вечнозелеными. Среди них выделяются формы наземных кронообразующих, где имеются деревья с прямостоячими стволами, кустовидные (немногоствольные).

У всех у них при спиливании ствола могут вырасти из спящих почек один или несколько новых заменяющих (вторичных) стволов. Эта жизненная форма растений распространена очень широко и является показателем оптимальных условий местообитания. Среди наземных кронообразующих деревьев имеются жизненные формы с лежащими стволами—стланцы. Они формируются в районах, мало благоприятных для жизни древесных растений там, где длинная зима, прохладное лето, где часто дуют холодные ветры.

К числу древесных растений относится большая группа жизненных форм — кустарники. Характерным признаком является наличие многих или нескольких равных по размеру стволов. Главный ствол, имеющийся в начале жизни, в дальнейшем практически не выделяется по длине среди боковых. Высота стволов кустарников обычно составляет от 0,5—0,8 до 5—6 м.

Кустарнички — третий тип жизненных форм древесных растений. К ним относятся брусника, черника, багульник и др. Для всех них характерен низкий рост стеблей (от 5—7 до 50—60 см). Главный стебель существует не более 3—7 лет. На смену ему развиваются укореняющиеся боковые подземные одревесневающие стебли, как правило, из спящих почек.

Среди жизненных форм следует выделить полудревесные растения, к которым относятся полукустарники. Характерный признак полукустарников — регулярное отмирание верхних частей: земных побегов. Оставшиеся, неопавшие части стеблей одревесневают и сохраняются в таком виде на протяжении нескольких лет. На этих одревесневших надземных частях стебля имеются почки возобновления, из которых на следующий год развиваются многочисленные новые травянистые стебли. Этим полукустарники и отличаются от настоящих травянистых растений.

Большая и разнообразная группа жизненных форм — наземные травянистые растения. Они разделены И. Г. Серебряковым на две части: травянистые поликарпики — плодоносящие много раз в своей жизни и травянистые монокарпики, плодоносящие лишь однажды.

В свою очередь травянистые поликарпики подразделяются на ряд жизненных форм: стержнекорневые растения (многолетние мятликовые травы и др.), длинностержневые растения (люцерна, кермек, шалфей и др.), короткостержневые растения (сон-трава, крестовник Якова и др.), кистекорневые (лютики, калужница болотная и др.), короткостержневые (купена, ветреница и др.), дерновинные травянистые поликарпики (плотнокустовые, рыхлокустовые, длиннокорневищные растения), столонообразующие растения (майник двулистный, земляника, клубника и

др.), ползучие травянистые поликарпики (вероника лекарственная, луговой чай и др.), клубнеобразующие поликарпики (любка двулистная, картофель, стрелолист и др.), луковичные полнкарпики (гусиный лук, лук, тюльпаны, подснежник снежный и др.).

Травянистые монокарпики широко распространены в засушливых областях умеренной зоны северного полушария. Среди таких монокарпиков есть двулетние и многолетние растения (ряд видов из семейства зонтичных, крестоцветных: борщевик, капуста, тмин и др.). Большинство из них имеет утолщение и содержит дополнительные питательные вещества. Однолетние травянистые монокарпики подразделяют на длительно вегетирующие (василек синий, дымянка лекарственная, пикульник, пастушья сумка и др.), эфемеры (вероника весенняя, крупка весенняя и др.), лиановидные (горец вьюнковый), полупаразитные (очанка, погребок и др.), паразитные (поливика).

### **Ход работы**

1. Рассмотрите внешний вид четырех представителей растительного мира: - ксерофит или суккулент – организм, живущий при пониженной влажности (кактус, алоэ); гидрофит – растения - обитатели водных систем (стрелолист); гигрофит — живущий при повышенной влажности почвы и воздуха (циперус, фикус).

2. Отметьте особенности внешнего строения, характерные для этих растений.

3. Выявите особенности внутреннего строения предлагаемых растений, которые связаны с условиями обитания, используя микроскоп.

4. Рассмотрите внешнее строение растений, предложенных вам для изучения.

5. Определите жизненную форму каждого растения. Результаты занесите в таблицу 1.

6. Рассмотрите в атласе морфо-анатомические признаки млекопитающих.

7. Определите, на примере птиц и рыб, их жизненные формы. Найдите взаимосвязь между средой обитания животных (суша, вода, почва, воздух) и способом передвижения (бег, ходьба, прыганье, лазанье, рытье, полет, плавание). Если животное имеет несколько способов передвижения или сред обитания, указать это. Занести результаты в таблицу 2.

8. Выполните рисунок внутреннего и внешнего строения любого представителя класса птицы и рыбы.

9. Сделайте вывод по работе.

10. Оформить отчет.

## Форма отчета о выполненной работе:

**Таблица 1 - Адаптации растений к условиям среды и их анатомические характеристики**

Название растений	Жизненные формы	Среды обитания	Адаптации к условиям среды	Анатомическая характеристика растений				
				Толщина покровной ткани	Развитие механической ткани	Форма и расположение клеток основной ткани	Наличие и расположение устьиц	Условия обитания
1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Таблица 2 - Адаптации животных к условиям окружающей среды**

Название организма	Систематическая группа	Образ жизни	Признаки конвергентного сходства
1	2	3	4

### Контрольные вопросы

1. Дать определение понятий: "жизненные формы", "условия жизни", "среда обитания", "фотосинтез", "экологическая ниша".
2. Перечислить формы жизни по К. Раункиеру.
3. Основной принцип классификации по К. Раункиеру.
4. Каким образом связаны условия жизни с адаптационными признаками живых организмов.
5. Перечислить формы жизни по И.Г. Серебрякову.

## 1.3 Практическая работа № 2

**Тема: «Определение типа кривой роста популяции на краеведческом материале»**

### **Цель работы:**

1. Изучить теоретический материал;
2. Познакомиться с типами кривой роста популяции;
3. Приобрести навыки по субъективным и объективным методам оценки популяции

### **Материалы и оборудования:**

Коллекции краеведческого материала, атласы Оренбуржья.

### **Общие положения**

При проведении любых количественных экологических исследований важно с большой степенью точности дать оценку численности организмов, населяющих определенную площадь на суше или объеме воды или воздуха. Это равнозначно оценке величины популяции.

Выбор метода зависит от размеров и образа жизни организма и площади исследуемой территории. На большом участке можно непосредственно подсчитать число или оценить проективное покрытие или обилие растений и прикрепленных или медленно передвигающихся животных. На больших же открытых пространствах для оценки численности быстро передвигающихся животных необходимы косвенные методы учета. В местообитаниях, в которых наблюдение за организмами затруднено вследствие особенностей их поведения и образа жизни, приходится оценивать численность организмов, используя либо метод изъятия, либо метод мечения и повторного отлова. Существуют субъективные и объективные методы оценки численности популяции. Причем, объективные методы бывают прямые и косвенные.

### **Объективные методы**

Квадраты, прямое наблюдение и фотографирование относится к методам прямого учета, тогда как метод изъятия и повторного отлова организмов составляют косвенные методы учета.

**Квадрат.** Если установлено число организмов в пределах некоторого числа квадратов, занимающих известную часть общей площади, то простым умножением можно подсчитать численность организмов на всей территории. Используя этот метод, можно определить следующие три параметра распределения видов: плотность вида, частота вида, проективное покрытие вида.

**Прямое наблюдение.** Прямой подсчет особей применим не только к сидячим или медленно передвигающимся животным, но и ко многим крупным подвижным организмам.

**Фотографирование.** Прямым подсчетом особей на фотоснимках можно установить размеры популяций крупных млекопитающих и морских птиц, собирающихся на открытых пространствах

**Метод изъятия.** Оценка численности мелких организмов, особенно насекомых, на определенном участке луга или в определенном объеме воды. Взмахами специальной сетки животных отлавливают, записывают число пойманных и не выпускают до конца исследования. Затем еще три раза повторяют отлов, при этом с каждым разом число пойманных животных уменьшается.

**Метод мечения и повторного отлова.** Этот метод включает отлов животного, его мечение таким образом, чтобы не причинить ему вреда и выпуск на волю там, где его поймали, с тем чтобы оно могло продолжить нормальную жизнедеятельность в популяции. Через некоторое время животных снова отлавливают и подсчитывают в выборке число животных с меткой. Размер популяции оценивают:

Общий размер популяции = число животных в первом улове \* число животных во втором улове / число животных с меткой

Эта оценка размера популяции называется индексом Линкольна. Допущения к индексу:

- 1) внутри популяции организмы размещены случайным образом;
- 2) между первым и вторым отловом должно пройти достаточное количество времени, чтобы животные успели распределиться случайным образом. Чем менее подвижны особи вида, тем больше времени должно пройти между отловами;
- 3) индекс применим только к популяциям, перемещение которых ограничено по географическим причинам;
- 4) организмы равномерно размещены в пределах географического ареала популяции;
- 5) изменения размеров популяции, вызываемые иммиграцией, переселением, рождением и смертью особей, незначительны;
- 6) метки не должны мешать передвижению животных и делать их заметными для хищников.

#### **Субъективные методы**

Эти методы включают в себя определенный способ оценки частоты, шкалу частоты или оценку обилия через покрытие.

Главный недостаток этого метода состоит в том, что он необъективен и при использовании его наблюдается тенденция к уменьшению величины покрытия для мелких невзрачных видов по сравнению с цветущими, бросающимися в глаза и растущими в куртинах видами.



Жизненные формы растений: деревья, кустарники, травы, лианы => гигрофитность, ксерофитность, гидрофитность – это адаптация к факторам окружающей среды. Примеры некоторых жизненных форм: древовидная – дерево (фикус); кустарник – кактус; трава – циперус; лианообразная.

В зависимости от вида стебля лианы бывают: лазающие (горох); вьющиеся (плющ); ползущие (клубника)

Примером адаптации для максимального поглощения света может служить яркость, а гетерофелия – приспособленности к обитанию в различных средах, связанной с наличием у растения различных типов листовых пластинок (как у стрелолиста); листовая мозаика – это расположение листьев в хаотичном порядке и варьированным размером листа необходимо для максимального поглощения света; гелиоцентризм – поворот растения в сторону солнца.

Примеры адаптаций, связанных с недостатком влаги:

1. Метаморфоз стеблей и листьев.
2. Транспирация – испарение воды с поверхности растения.
3. Глубинные корни.

Примеры адаптаций, связанных с избеганием механических повреждений: кутикулярный восковой слой, листопад – процесс заменяющий работу почек.

По мнению Кашкарова важнейшими формами адаптации является преодоление условий окружающей среды, лежащих за пределами своих оптимальных значений. Виды преодоления условий окружающей среды:

1. Избегание условий: перелет, миграция.
2. Сопrotивление условиям: зимовка с уменьшением кормовой базы.
3. Анабиоз: понижение интенсивности метаболизма.

Морфологические и анатомические признаки строения птиц, связанные с наземно-воздушной средой обитания и полетом:

- кости с пустыми полостями;
- киль, к которой прикрепляется мощная группа мышц;
- отсутствие мочевого пузыря;
- яйцекладущие, хотя они теплокровные;
- перьевой покров, обтекаемое тело;
- особое строение нижней конечности, состоящее из 3 сегментов;
- особое дыхание (двойное).

Легкие имеют особые выросты (воздушные мешки), которые располагаются между органами брюшной полости.

Признаки анатомического строения рыб. Связаны с водной средой обитания:

- обтекаемое тело;
- тело покрыто слизью (функция защиты и трения);
- плотная чешуя;
- наличие плавательного пузыря;
- видоизмененные конечности (плавники).

## Ход работы

1. Выполните расчеты по заданию № 1.

**Задание №1.** Чтобы оценить численность форели в маленьком озере, 625 форелей были пойманы, помечены и снова выпущены. Через неделю поймали 873 форели, из них у 129 были обнаружены метки. Определите примерные размеры популяции.

2. Выполните задание № 2.

Определите степень выживаемости популяции и уровень смертности в ней:

$$M_i = (\text{число выживших} / \text{численность исходной популяции}) * 100\%,$$

где  $i$  - число лет, прошедших после метания икры.

Смертность вычисляется по формуле:

$$C_i = 100\% - M_i$$

**Задание №2.** Рыба мерка из семейства лососевых обитает в реках Канады и Западной Сибири. Осенью каждая самка откладывает 3200 икринок на гравий в мелких местах. Следующей весной остается в живых 640 мальков, которые называются серебрянками. 64 серебрянки живут в этом озере год. Две взрослые рыбы возвращаются через 2,5 года для нереста.

3. Постройте график зависимости между выживаемостью и возрастом особей.
4. Сделайте выводы по результатам двух заданий.

### Форма отчета о выполненной работе:

Отчет о выполненной работе оформляется в виде таблицы

Таблица 3 – Результаты расчетов по заданиям

Задание № 1	$R =$
Задание № 2	$M_1 =$
	$C_1 =$
	...
	$M_i =$
	$C_i =$

### Контрольные вопросы:

1. Назвать объективные методы оценки размеров популяций.
2. Назвать субъективные методы оценки размеров популяций.
3. Что такое выживаемость?
4. Что такое дорепродуктивная смертность?

## 1.4 Практическая работа № 3

### Тема: «Описание экологической ниши живого организма»

#### Цель работы:

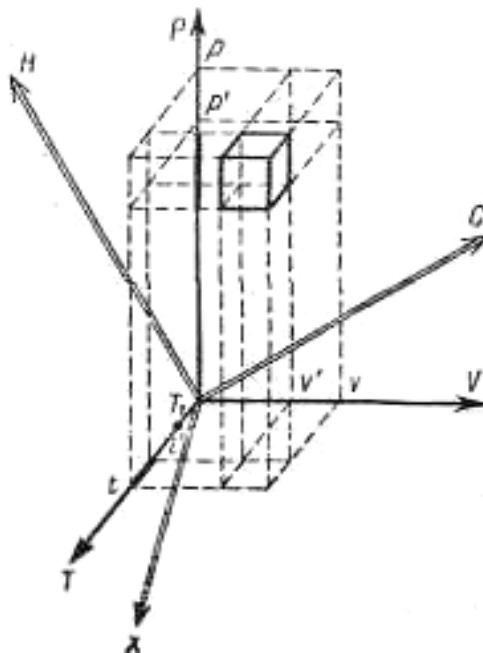
Ознакомиться с краснокнижной флорой Оренбуржья. Определить взаимосвязь жизненно важных факторов живых организмов с их морфо-анатомическими признаками.

#### Оборудование и материалы:

Атласы с таблицами и рисунками, содержащие изображения животных и описание жизненных ресурсов, Красная книга Оренбуржья.

#### Общие положения

Любой живой организм приспособлен (адаптирован) к определенным условиям окружающей среды, т.е. имеет свою экологическую нишу. Изменение ее параметров, их выход за некоторые границы толерантности подавляет жизнедеятельность организмов и может вызвать их гибель.



**Рисунок 1 - Схема экологической ниши организма**

Модель экологической ниши можно представить, как часть некоторого многомерного пространства, положение которой определяется совокупностью факторов (рисунок 1). Представим, например, что для нормального существования некоего вида необходим конкретный уровень атмосферного давления (P), определенные пределы температуры (T) и влажность (V). Если отложить эти пределы на

координатных осях в трехмерном пространстве, то экологическая ниша будет определяться некоторым параллелепипедом в данном пространстве, ограниченном проекциями координат. Можно построить дополнительные координаты оси, создав другое трехмерное пространство, отнесенное к определенным требованиям к освещенности (G), химизму пищи (X) и способностью к перемещению (H). Объем параллелепипеда резко уменьшится, благодаря введенным ограничениям, предположим, что вследствие тех или иных процессов воздействия на сообщество, изменились физические параметры среды - температура или влажность ( $t^1$ , V), что их значения вышли за пределы при которых организм может еще существовать (точка T1). Это означает нарушение параметров экологической ниши по данному признаку. Следовательно, отвечающий нише вид должен либо адаптироваться, либо окажется обреченным, а это место займет более пластичный.

С понятием экологической ниши связано понятие жизненной формы - группы видов со сходными приспособительными структурами для обитания в одинаковых условиях среды. Например, разные виды растений, живущие в пустынях, обладают не одинаковыми, но однонаправленными адаптациями к предотвращению потерь влаги и обитанию в безводных условиях (кактусы). Различные виды могут иметь сходные формы или признаки, если ведут близкий образ жизни. Такие признаки называются конвергентными.

### **Ход работы**

1. Проанализировать признаки, свойственные животным, использующим определенные среды обитания (дрофа степная, ящерица прыткая, колорадский жук, суслик обыкновенный, крот обыкновенный).

2. Описать экологическую нишу предложенного животного по следующим признакам:  $t^{\circ}$ , освещенность (ОСВ), влажность (V), пищевые предпочтения (ПП), плодовитость (ПЛ).

3. Выполнить рисунки внешнего и внутреннего строения двух типов организмов, обитающих в различных жизненных средах (птиц, рыб)

4. Сделать вывод по работе.

## Форма отчета о выполненной работе

Отчет о выполненной работе оформляется в виде таблицы.

Таблица 4 – Описание экологической ниши животных

Название животного	Систематическая группа	Образ жизни (среда обитания, способ движения)	Черты приспособления к среде обитания	Экологическая ниша	
Крот обыкновенный				t, °С	
				ОСВ	
				V, %	
				ПП	
				ПЛ, шт	

### Контрольные вопросы

1. Дать определение экологической ниши.
2. Перечислить представителей краснокнижной флоры Оренбуржья класса рыб.
3. Перечислить представителей краснокнижной флоры Оренбуржья класса пресмыкающихся.
4. Перечислить представителей краснокнижной флоры Оренбуржья класса млекопитающих.
5. Перечислить представителей краснокнижной флоры Оренбуржья класса насекомых тип членистоногие.

### 1.5 Литература, рекомендуемая для изучения раздела

1. **Потапов, И.В. Зоология с основами экологии животных:** учеб. для вузов/ И.В. Потапов. - М.: Высшая школа, 2000.-351с
2. **Акимушкин, И.И. Жизнь животных:** учеб. для вузов/ И.И. Акимушкин. - М.: Академия,1998.-563с
3. **Новиков, В.С. Популярный атлас -определитель. Дикорастущие растения /** В.С. Новиков, И.А. Губанов. - М. : Дрофа, 2002. - 416с. : ил.
4. **Красная книга Оренбургской области. Животные и растения** [Текст]; под ред. А. С. Васильева. - Оренбург : Орен. кн. изд-во, 1998. - 176 с. : ил.
5. **Красная книга почв Оренбургской области:** монография / А. И. Климентьев [и др.]. - Екатеринбург : УрО РАН, 2001. - 295 с. - Библиогр.: с. 233-234.

## **2 Взаимосвязь факторов окружающей среды и здоровья населения. Методики оценки качества жизни**

В настоящее время хозяйственная деятельность человека все чаще становится основным источником загрязнения биосферы. В природную среду во все больших количествах попадают газообразные, жидкие и твердые отходы производств. Различные химические вещества, находящиеся в отходах, попадая в почву, воздух или воду, переходят по экологическим звеньям из одной цепи в другую, и, в конце концов, попадают в организм человека.

Вещества, загрязняющие природную среду, очень разнообразны. В зависимости от своей природы, концентрации, времени действия на организм человека они могут вызвать различные неблагоприятные последствия. Кратковременное воздействие небольших концентраций таких веществ может вызвать головокружение, тошноту, першение в горле, кашель. Попадание в организм человека больших концентраций токсических веществ может привести к потере сознания, острому отравлению и даже смерти. Примером подобного действия могут являться смоги, образующиеся в крупных городах в безветренную погоду, или промышленные аварийные выбросы токсичных веществ.

Реакции организма на загрязнения зависят от индивидуальных особенностей: возраста, пола, состояния здоровья. Как правило, наиболее уязвимы дети, пожилые и престарелые, больные люди.

При систематическом или периодическом поступлении в организм сравнительно небольших количеств токсичных веществ происходит хроническое отравление.

Кроме химических загрязнителей, в природной среде встречаются и биологические, вызывающие у человека различные заболевания. Это болезнетворные микроорганизмы, вирусы, гельминты, простейшие. Они могут находиться в атмосфере, воде, почве, в теле других живых организмов, в том числе и в самом человеке.

Наиболее опасны возбудители инфекционных заболеваний. Они имеют различную устойчивость в окружающей среде. Одни способны жить вне организма человека всего несколько часов; находясь в воздухе, в воде, на разных предметах, они быстро погибают. Другие могут жить в окружающей среде от нескольких дней до нескольких лет. Для третьих окружающая среда является естественным местом обитания. Для четвертых - другие организмы, например дикие животные, являются местом сохранения и размножения.

Часто источником инфекции является почва, в которой постоянно обитают возбудители столбняка, ботулизма, газовой гангрены, некоторых грибковых заболеваний. В организм человека они могут попасть при повреждении кожных покровов, с невымытыми продуктами питания, при нарушении правил гигиены.

Болезнетворные микроорганизмы могут проникнуть в грунтовые воды и стать причиной инфекционных болезней человека. Поэтому воду из артезианских скважин, колодцев, родников необходимо перед питьем кипятить. Особенно загрязненными бывают открытые источники воды: реки, озера, пруды.

Человек всегда жил в мире звуков и шума. Звуком называют такие механические колебания внешней среды, которые воспринимаются слуховым аппаратом человека (от 16 до 20 000 колебаний в секунду). Колебания большей частоты называют ультразвуком, меньшей - инфразвуком. Шум - громкие звуки, слившиеся в нестройное звучание.

Для всех живых организмов, в том числе и человека, звук является одним из воздействий окружающей среды.

Звуки и шумы большой мощности поражают слуховой аппарат, нервные центры, могут вызвать болевые ощущения и шок. Так действует шумовое загрязнение. Длительный шум неблагоприятно влияет на орган слуха, понижая чувствительность к звуку.

Каждый человек воспринимает шум по-разному. Многое зависит от возраста, темперамента, состояния здоровья, окружающих условий.

Постоянное воздействие сильного шума может не только отрицательно повлиять на слух, но и вызвать другие вредные последствия - звон в ушах, головокружение, головную боль, повышение усталости. Очень шумная современная музыка также притупляет слух, вызывает нервные заболевания.

В настоящее время врачи говорят о шумовой болезни, развивающейся в результате воздействия шума с преимущественным поражением слуха и нервной системы.

## **2.1 Терминологический словарь раздела**

**Здоровье** – состояние (чувство) полного благополучия и комфорта (физического, психического, социального, духовного) полноценная полноценная жизнь. Часто является нормативом успешности природоохранных мероприятий. Это общественное и личностное достояние.

**Качество жизни** – комплексная характеристика экономических, социальных, политических и идеологически-культурологических факторов определяющих положение человека в системе «общество-природа» плюс состояние здоровья «человека и природы».

**Показатели оценки качества здоровья:** медико-биологические, адаптационные резервы.

**Экологический паспорт объекта** - это комплексный документ, содержащий характеристику взаимоотношений объекта с окружающей средой.

**Загрязнение** – это привнесенные в окружающую среду нехарактерные для нее агенты.

**Виды загрязнения:** физические, химические, биологические, эстетически, комплексные.

**Качество продукции** – совокупность свойств и характеристик продукции, которая придает ей способность удовлетворить обусловленные или предполагаемые потребности.

**Ортобиоз** (по И.И. Мечникову) – здоровый образ жизни.

## **2.2 Практическая работа №4**

**Тема: «Составление экологического паспорта помещения (учебной аудитории и рекреационных зон)»**

### **Цель работы:**

1. Изучить состояние учебной аудитории как фактора воздействия на состояние здоровье студента, теоретические сведения об основных источниках радиоактивных загрязнений, видах ионизирующих излучений, гигиенических нормативах ионизирующих излучений, методах их обнаружения и измерения, принципах защиты от радиоактивных излучений;

2. Познакомиться с понятием экологического паспорта;

3. Изучить параметры учебной аудитории, сделать вывод о возможном опосредованном влиянии их на здоровье студентов.

4. Определить соответствие этих параметров санитарным нормативам.

5. Составить план мероприятий по минимизации отрицательных воздействий параметров аудитории на здоровье студентов.

### **Оборудование и материалы:**

Рулетка, помещение аудиторий, калькулятор, детектор – индикатор радиоактивности (квартекс РД 8901).

### **Общие положения**

Качество окружающей среды можно определять при помощи как объективных измерений параметров окружающей среды, так и с помощью субъективных оценок. Здоровье, как важнейший критерий качества жизни и среды, изменяется под воздействием экологических факторов.

Значительную часть времени студенты проводят в институте. От состояния качества учебных аудиторий в значительной степени зависит как здоровье студентов, так и успехи в учебе. В связи с этим составление экологического паспорта аудиторий имеет первостепенное значение.

Экологический паспорт помещения включает в себя следующие компоненты: определение полезной площади и кубатуры аудитории, оценку внутренней отделки помещений, изучение естественной освещенности аудитории, определение коэффициента аэрации ( $K_a$ ), определение эффективности вентиляции, уровень радиации.



### **Формы здоровья:**

- индивидуальное – развитие биологической, физиологической, психологической функций человека и его трудоспособности и социальной активности;
- популярное – здоровье различных демографических групп.

### **Показатели оценки качества здоровья:**

1. Медико-биологические показатели утраты здоровья – умственная и физическая работоспособность, заболеваемость, инвалидность, смертность.
2. Адаптационные резервы – биохимический, иммунологический и гормональный статус, физиологическое развитие, антропометрические данные, генетические характеристики.

### **Особенности изменения показателей качества здоровья в современном обществе:**

1. Неэпидемический тип заболеваний, связанный с ускорением темпов динамики всех показателей качества здоровья (болезни молодеют).
2. Наблюдается сдвиг в структуре смертности, что ведет к старению человеческой популяции.
3. Высокий уровень ряда определенных заболеваний, их ранжирование таково:
  - кардиологические заболевания;
  - онкологические заболевания;
  - пульмонологические заболевания (дыхание);
  - травматические заболевания.
4. Из общего списка выделился ряд заболеваний ранее не встречавшихся:
  - эндокринные заболевания;
  - аллергические заболевания;
  - иммунные заболевания;
  - СПИД;
  - птичий грипп;
5. Возрастание количества ряда известных заболеваний:
  - дифтерия;
  - гепатит Б, С;
  - коклюш;
  - туберкулез;
  - чесотка.
6. Выравнивание показателей здоровья во всех специальных группах физической подготовки (полностью здоровых людей нет).
7. Многофакторность заболеваний.

### **Решение этих проблем:**

1. Комплексная профилактика через общую диспансеризацию.
2. Развитие валеологической культуры (валеологическая культура личности - это интегральное личностное образование, характеризующееся

целостным единством способностей, знаний, навыков, ценностных ориентаций, детерминирующее формирование здорового образа жизни). Ортобиоз (ввел Мечников) – здоровый образ жизни.

3. Психологическая подготовка человека к работе над своим внутренним миром.

4. Оценка качества окружающей среды.

Изменение качества окружающей среды наиболее часто происходит посредством антропогенного загрязнения. Под загрязнением понимают:

– любые изменения воздуха, вод, почв или пищевых продуктов, оказывающие нежелательное воздействие на здоровье, выживаемость или деятельность человека;

– неблагоприятное изменение нашего окружения, являющееся полностью или в основном побочным результатом деятельности человека;

– привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых, обычно нехарактерных физико-химических и биологических веществ, агентов, оказывающих вредные воздействия на природные экосистемы и человека;

– поступление любого вещества или материала в неположенное место. Значит, будучи полезными в одном месте, они оказывают загрязнение, когда выбрасываются или поступают туда, где никому не нужны, и могут нанести ущерб окружающей среде или здоровью человека.

Выделяют естественное загрязнение, возникшее в результате мощных природных процессов (извержение вулканов, лесные пожары, выветривание и пр.), без какого-либо влияния человека; и антропогенное, являющееся результатом деятельности человека, иногда по масштабам воздействия превосходящее естественное. Различные типы загрязнения подразделяются на три основных: физическое, химическое и биологическое (рисунок 2).

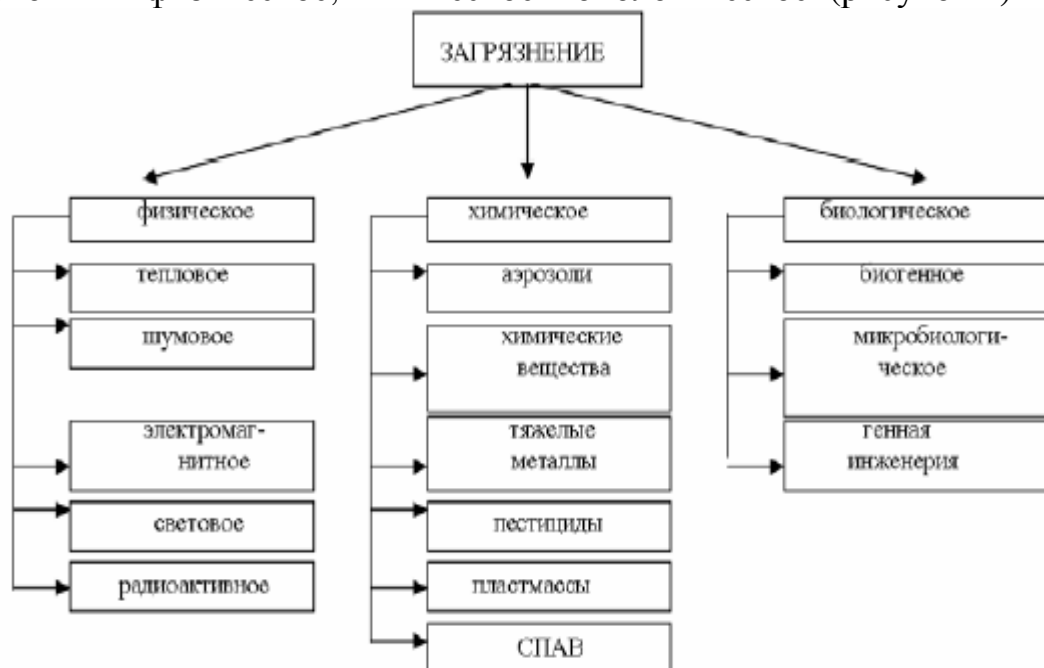


Рисунок 2 – Типы загрязнений окружающей среды.

## ***Основные источники радиоактивных загрязнений и виды ионизирующих излучений***

К основным источникам радиоактивных загрязнений относятся: заводы и рудники урановой промышленности, ядерные реакторы различных типов (аварии, вентиляция); радиохимическая промышленность по регенерации ядерного топлива (вентиляция, сточные воды); заводы по переработке и полигоны по захоронению радиоактивных отходов; использование радиоактивных нуклидов в мирных целях (научные и промышленные радиоизотопные лаборатории, в медицине, сельском хозяйстве, космических исследованиях); локальные радиоактивные загрязнения территории после ядерных взрывов; глобальные длительные выпадения радиоактивных осадков из стратосферы после испытаний ядерного оружия.

Под радиоактивностью понимают способность некоторых химических элементов (урана, тория, радия, калифорния и др.) самопроизвольно распадаться и испускать невидимые излучения, проникающие через материалы различной толщины и ионизирующие молекулы в воздухе, воде, почве и в организмах.

Виды излучений:

1) *Альфа-излучение* - это поток положительно заряженных частиц (ядер атомов гелия), создающих большую плотность ионизации и имеющих пробег в воздухе не более 7-8 см, а в тканях человека - несколько микрон;

2) *Бэта-излучение* - состоит из потоков электронов или позитронов, имеет плотность ионизации в несколько сот раз, меньшую, чем альфа-излучение, но пробег в воздухе больше - 30 см;

3) *Гамма-излучение* (в том числе рентгеновское) представляет собой коротковолновое электромагнитное излучение, имеет плотность ионизации в сотни раз меньше, чем бэта-частицы, но проникающая способность может измеряться километрами.

Поэтому альфа-частицы и бэта-частицы более опасны при внутреннем облучении человека (при попадании в организм с пищей, водой, воздухом), а гамма-излучение более опасно при внешнем облучении организма человека.

Нейтронное излучение представляет собой поток нейтронов, которые по энергии делят на холодные (менее 0,025эВ), тепловые, быстрые и сверхбыстрые нейтроны (до 300 МэВ). Проникающая способность потока нейтронов сравнима с гамма-излучением.

## ***Гигиеническое нормирование ионизирующих излучений***

Ионизирующие излучения вызывают в организме человека прямую ионизацию биологически важных веществ (белков, ферментов и т.д.) и косвенно воздействуют на все соматические и половые клетки через образующиеся от облучения продукты разложения воды на водород (H), гидроксильную группу OH, радикалы HCR, перекись водорода H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и другие сильные окислители.

Степень, глубина и формы лучевых поражений зависят от величины и дозы поглощенной дозы излучения, которую точно измерить практически невозможно из-за разной радиочувствительности клеток разных органов и систем организма. Поэтому в радиометрии для характеристик дозы по эффекту ионизации, вызываемому в воздухе, используется так называемая экспозиционная доза излучения выражаемая в рентгенах (Р).

Гигиенические нормы ионизирующих излучений несколько больше величины естественного (природного) радиационного фона, представляющего собой ионизирующее излучение, состоящее из космического излучения (поток ядерных частиц из туманностей Галактики, которые возникают в результате вспышек сверхновых звезд), излучения естественных веществ, находящихся в земных горных породах (семейства урана, тория, актино-урана), воздухе (радиоактивный углерод, тритий, радон, торон, актион), воде (радиоактивный калий, уран, радий, радон) и излучения естественных радиоактивных элементов, содержащихся в растительном и животном мире, в организме человека (радиоактивные изотопы калия, углерода, водорода, радия, урана, тория). Например, содержание урана в организме человека составляет всего 8-10 - 1-10<sup>0</sup> г/кг веса тела человека.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) внешнего облучения тела человека радиоактивными загрязнениями устанавливаются по результатам многолетних исследований, и величина ПДУ постепенно уменьшается. Так, в 1943 году Международная комиссия по радиационной защите рекомендовала в качестве ПДУ мощность экспозиционной дозы 200 мР/сутки или 1200 мР/неделю, а в 1948 году ПДУ уменьшили до 50 мР/сутки. В 1969 году в СССР разработаны "Нормы радиационной безопасности", согласно которым установлены следующие категории населения и предельно допустимые дозы (ПДД) облучения:

- категория А - персонал, то есть лица непосредственно работающие с источниками ионизирующих излучений. Для них ПДД не более 5 Р/год;

- категория Б - отдельные лица из населения, проживающие на территории наблюдаемой и контролируемой зоны возможного загрязнения. ПДД равна 0,5 Р/год;

- категория В - население в целом (при оценке генетически значимой дозы облучения). ПДД равна 5Р на 30 лет.

С 1987 года ПДУ мощности экспозиционной дозы (МЭД) для всего населения (категория В) установлена на уровне 60 мкР/ч, что очень близко к естественному радиационному фону, составляющему в Оренбургской области 12-20 мкР/ч.

### ***Методы обнаружения и измерения ионизирующих излучений***

Основным элементом приборов для обнаружения ионизирующих излучений, измерения их энергии и других свойств являются детекторы. Прохождение ионизирующих излучений через вещество сопровождается потерей их энергии при взаимодействии с электронами и ядрами атомов. Детектор преобразует поглощенную энергию в электрический сигнал, удобный для регистрации.

Так, в ионизационной камере электроны и положительные ионы, образованные излучением, под действием сил электрического поля перемещаются к соответствующим электродам, что приводит к появлению тока во внешней цепи. Величина этого тока может служить мерой ионизационного эффекта.

В газоразрядном счетчике в отличие от ионизационных камер используется эффект газового усиления за счет вторичной ионизации, в результате которого число электронов и положительных ионов, достигающих соответствующих электродов, во много раз превышает число ионов, образованных при первичной ионизации.

Сцинтилляционными счетчиками называют детекторы, в которых используется эффект флуоресценции (свечения) при прохождении ионизирующих излучений через некоторые вещества (кристаллы йодистого натрия, активированного таллием; антрацена, нафталина и др.). Световые вспышки с помощью фотоэлектронного умножителя преобразуются в электрический сигнал.

Химические детекторы основаны на возникновении различных необратимых химических реакций при поглощении энергии ионизирующих излучений, каким-либо веществом (нитратные, ферросульфатные, хлороформные и другие детекторы). Измеряя "выход" химических реакций, то есть, количество вновь образованных конечных продуктов реакций (трехвалентное железо, нитриты, соляная кислота и др.), можно определить поглощенную энергию.

Фотографические детекторы определяют поглощенную энергию излучения по плотности почернения фотопленки.

Из выше перечисленных детекторов наибольшее применение в войсковой дозиметрической аппаратуре получили ионизационные камеры, а в гражданской - сцинтилляционные счетчики.

### ***Принципы защиты от ионизирующих излучений***

В основу всех мероприятий защитного характера положено главное требование - дозы облучения как персонала так и населения не должны превышать допустимых значений. Комплекс защитных мероприятий включает санитарно-гигиенические, инженерно-технические и организационные мероприятия, перечень которых в каждом случае зависит от активности излучателя, вида излучения, технологии и способов применения источников излучения, а также от типа источника излучения.

Для источников излучения закрытого типа (их устройство исключает попадание радиоактивных веществ в окружающую среду и они могут повредить только внешним облучением организма человека) применяют следующие принципы защиты:

- 1) уменьшение мощности источников излучения до минимальных величин ("защита количеством");
- 2) сокращение времени работы с источниками ("защита временем");

3) увеличение расстояния от источника до работающих ("защита расстоянием");

4) экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующие излучения ("защита экранами").

При производственных операциях с источниками открытого типа возможно попадание их в виде газов, пыли, жидкостей в окружающую среду, на руки, легкие, желудочно-кишечный тракт, что приводит к дополнительному внутреннему облучению организма человека. Поэтому к принципам защиты от закрытых источников добавляют:

1) герметизацию производственного оборудования;

2) мероприятия планировочного характера;

3) применение санитарно-технических устройств и оборудования (специальная вентиляция, спецканализация с очистными аппаратами), использование специальных защитных материалов;

4) использование средств индивидуальной защиты и санитарная обработка персонала (душ, мойка и т.п.);

5) выполнение правил личной гигиены;

6) очистка от радиоактивных загрязнений поверхностей строительных конструкций (стены, полы), аппаратуры и средств индивидуальной защиты (стирка и т.д.);

7) радиационный (дозиметрия) и медицинский контроль (периодические медосмотры).

## **Ход работы**

### **1. Определение полезной площади и кубатуры аудитории**

1. С помощью рулетки измерить длину, ширину и высоту аудитории.

2. Рассчитать площадь пола и кубатуру помещения.

3. Определить площадь и кубатуру в пересчете на одного студента, разделив результаты на число посадочных мест.

4. Сделать вывод о соответствии полученных результатов санитарно-гигиеническим нормам.

Площадь обычного учебного кабинета, рассчитанного для работы 35 студентов, должна быть около  $90 \text{ м}^2$ . На каждого обучающегося должно приходиться около  $2,5 \text{ м}^2$  площади класса и не менее  $4-5 \text{ м}^3$ .

Площадь рекреационных помещений на одного обучающегося должна быть не менее  $0,6 \text{ м}^2$  раздевалок, вместе с вестибюлем -  $0,25 \text{ м}^2$ , туалетных комнат -  $0,2 \text{ м}^2$ .

Исходные данные:

$h =$

$b =$

$a =$

Общая площадь пола учебной аудитории:

$S = a * b$

Площадь на одного человека:  
 $S_{ст} = S / n$  (количество студентов)  
 $n$  - количество студентов  
Общая кубатура помещения:  
 $V = a * b * h$

Кубатура на одного человека:  
 $Y_{ст} = V / n$

## **2. Оценка внутренней отделки помещений**

1. Охарактеризовать внутреннюю отделку помещений по плану:

- отделка стен (окрашены, оклеены обоями и т.д.);
- цвет стен, потолка, пола;
- соответствие тонов в цветовой гамме;
- качество покрытия пола;
- чистота пола.

2. Оценить соответствие внутренней отделки помещения требованиям, которые к ним предъявляются, учитывая следующую информацию.

Для аудиторий рекомендуется использовать краску спокойных тонов слабой насыщенности. Они обеспечивают лучшую адаптацию зрения к письму, чтению и др. видам занятий.

Неблагоприятное влияние на работоспособность оказывают яркие тона.

При южной ориентации помещений рекомендуется более холодный тон окраски стен (светло-серый, светло-голубой, зеленоватый, светло-сиреневый), при северной ориентации – более теплый (желтовато-охристый, светло-розовый, бежевый).

Желательно, чтобы доска имела темно-зеленый цвет. Стена, на которой висит доска более светлая, чем остальные стены.

Любые полимерные покрытия выделяют в атмосферу вредные для человека вещества.

## **3. Изучение естественной освещенности аудиторий**

1. С помощью рулетки измерить высоту и ширину окон;
2. Рассчитать общую площадь окон;
3. Рассчитать площадь застекленной части окон (10 % общей поверхности окон приходится на их переплеты).
4. Измерив длину и ширину аудитории, рассчитать площадь пола;
5. Рассчитать световой коэффициент (СК) по формуле:

$$СК = S / S_1$$

$S$  – площадь застекленной части окон ( $S_{окн} = a * d$ ),  $m^2$ ;

$S_1$  – площадь пола,  $m^2$ .

.

6. Определить коэффициент заглубления (КЗ), т.е. отношение высоты верхнего края окна над полом к глубине (ширине) аудитории:

$$КЗ = h_{\text{вер.кр.ок.}} / b$$

7. Сделать вывод о соответствии полученного коэффициента санитарно-гигиеническим нормам.

Световой коэффициент (СК) для учебного помещения должен составлять не менее 1/6 площади пола; коэффициент заглубления - 1/2, искусственное освещение должно быть не менее 48 Вт на 1м<sup>2</sup> площади аудитории. При люминесцентном освещении в аудитории площадью 50 м<sup>2</sup> должно быть не менее 12 действующих светильников.

Следует также учитывать отражающую способность окрашенных поверхностей стен. Она составляет для белой поверхности 80 %, для светло-желтой – 60 %, для светло-зеленой – 40 %, для светло-голубой – 30 %, для темно-голубой – 6 %. Загрязненные стены отражают в 2 раза меньше света, чем только что выкрашенные или вымытые.

#### **4.Определение коэффициента аэрации (Ka).**

1. Осмотреть все вентиляционные отверстия. Проверить с помощью листа тонкой бумаги, действуют ли они.
2. Определить общую площадь всех рабочих вентиляционных отверстий и фрамуг.
3. Рассчитать коэффициента аэрации по формуле:

$$Ka = S_0 / S_n$$

S<sub>0</sub>- площадь всех вентиляционных отверстий, м<sup>2</sup>;

S<sub>n</sub>- площадь пола, м<sup>2</sup>.

4. Провести наблюдения за проветриванием аудиторий.
5. Сделать вывод, учитывая, что коэффициент аэрации для помещений должен быть не менее 1/50 площади пола. По санитарно-гигиеническим нормам проветривание должно проводиться не реже 1 раза в час в течение 10 – 15 мин и озеленение должно составлять не менее 15 шт. растений типа хлорофитум на 100 м<sup>3</sup>.

$$S_{\text{дв.}} = a * b$$

#### **5.Определение эффективности вентиляции.**

1. Определить необходимый вентиляционный объем воздуха (Y, м<sup>3</sup>/ч.), т.е. объем свежего воздуха, который надо подавать в помещение на 1 человека, чтобы содержание СО<sub>2</sub> не превысило допустимый уровень (0,1 %).

$$Y = (K/P - q) * 1,5$$

К - количество СО<sub>2</sub> выделяемое за 1 час;

Р – предельно допустимое содержание СО<sub>2</sub> в воздухе аудитории (0,1% или 1л/м<sup>3</sup>);

q - содержание СО<sub>2</sub> в атмосферном воздухе (0,03% или 0,3л/м<sup>3</sup>);



1,5 ч – продолжительность пары.

2. Определить кратность обмена воздуха  $D$  - число, показывающее, сколько раз в течение 1 ч. воздух помещения должен смениться наружным, чтобы содержание  $CO_2$  не превышало допустимого уровня.

$$D=Y/Y_{ст.}$$

$Y$  - вентиляционный объем воздуха,  $m^3$ ;

$Y_{ст.}$  - объем воздуха на 1 студента в аудитории,  $m^3$ .

3. Сделать вывод о вентиляционном режиме в помещении, учитывая, что по санитарно-гигиеническим нормам воздух в помещении в течение часа должен смениться 3-6 раз, а объем воздуха на 1 студента должен составлять 4-5 $m^3$ .

## 6. Измерение ионизационного излучения

Для измерения радиоактивности используется детектор – индикатор радиоактивности Квартекс РД – 8901.

Паспорт прибора:

- Самостоятельная оценка радиоактивной загрязненности (суммарной, по  $\beta + \gamma$ ) твердых и жидких продуктов питания, предметов быта, строительных материалов и окружающей среды.

- Результаты оценки - цифровая информация в микрорентгенах за час через 0,5 минуты после включения.

- Мгновенная информация сразу после включения при опасно высоком (выше 999 мкР/ч.) уровне радиации.

- Возможность работы в режиме "поиск".

- Повышение надежности измерения обработкой результатов (арифметическим усреднением) для снижения влияния флуктуации естественного гамма - фона.

- Контроль разряда батареи.

Детектор-индикатор радиоактивности КВАРТЕКС РД 8901 (QUARTEX RD 8901), далее в тексте - детектор, предназначен для самостоятельной оперативной оценки загрязненности источниками гамма - квантов и бета - частиц твердых и жидких продуктов питания, предметов быта, строительных материалов и окружающей среды. Он может использоваться в режиме «поиск» для обнаружения источника радиации.

### Основные характеристики прибора

Датчик ..... газоразрядный счетчик Гейгера-Мюллера, типа СБМ-20-1

Диапазон измерений, мкР/ч.....0 - 999

Диапазон энергий, МэВ .....0,1 - 1,25

Цикл измерений, с.....32 ± 1

Относительная погрешность измерений, %.....≥30

Температурный диапазон, °С.....минус 45... плюс 55

Источник питания .....батарея 6F22 9V

("Крона" , "Корунд" ...)

Время непрерывной работы от батареи с номинальным напряжением 9В при уровне естественного фона	10...30 мкР/ч, не менее, ч .....	150
Габаритные размеры, мм .....	146x60x25	
Масса, кг (без батареи питания), не более.....	0,12	

#### Технические характеристики

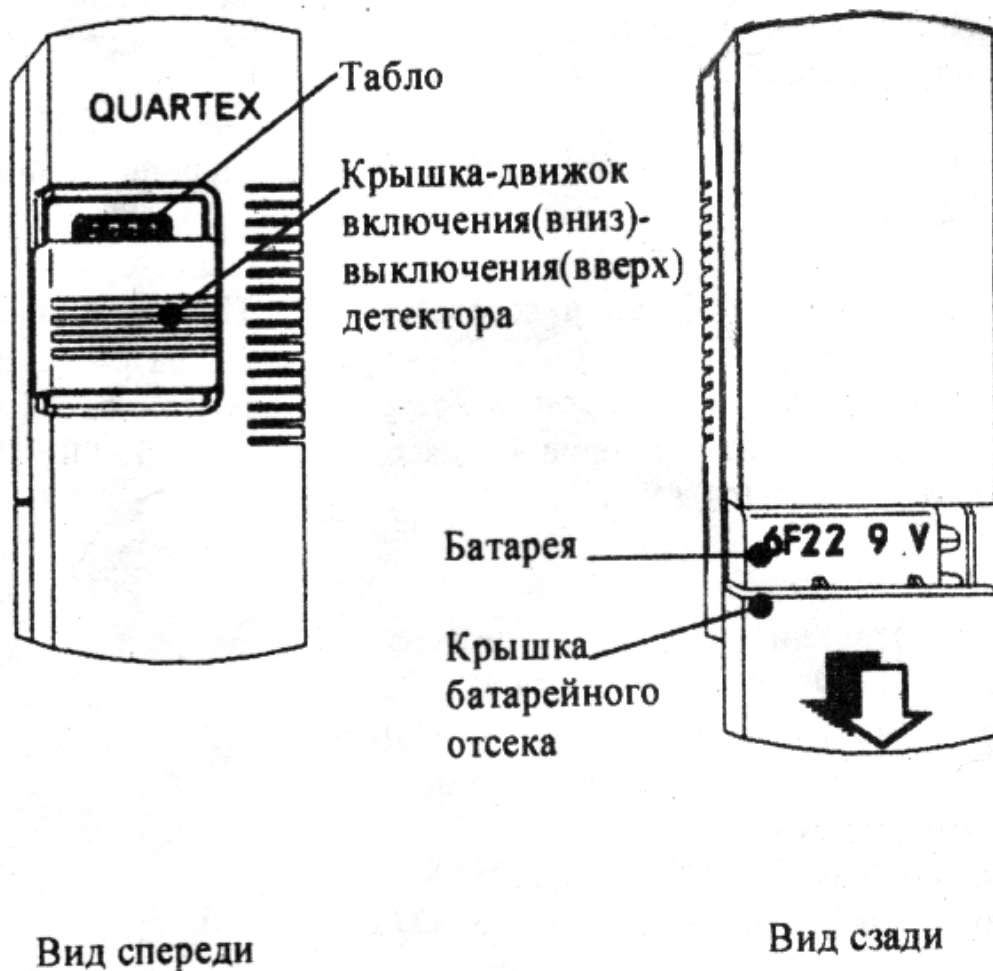


Рисунок 3 - Внешний вид детектора

#### Подготовка к работе

Снимите крышку батарейного отсека, сдвинув ее по направлению стрелки, как показано на рисунке 3, и, соблюдая полярность, присоедините батарею 6F22 9V к клеммной колодке. Не допускается перекручивать провода клеммной проводки и прикладывать к ним усилие на отрыв свыше 0,3 кг. Закройте крышку отсека питания.

Включение детектора осуществляется перемещением вниз до упора крышки-движка, как показано на рисунке 3. При включении детектор должен подать звуковой сигнал, сопровождаемый появлением цифры «0» на табло. Если сигналы отсутствуют, необходимо проверить установку элемента питания и вновь включить детектор.

После включения детектора начинается оценка радиационной обстановки, происходящая повторяющимися циклами измерения и индикации, с подачей звуковых и визуальных сигналов. Циклы повторяются автоматически без перерывов до выключения детектора. Время обследования устанавливается потребителем. Для выключения детектора необходимо сдвинуть крышку-движок вверх до упора. Интервал между следующим включением прибора должен составлять не менее 30 с., в противном случае прибор может не прийти в исходное состояние и показания на табло будут отсутствовать. В этом случае выключите прибор, сдвинув крышку-движок вверх, выждите 30...35 с и повторно включите прибор.

При работе детектор подает следующие сигналы:

- после включения детектора на табло загорается и гаснет цифра «0», сопровождаемая коротким двухтональным звуковым сигналом, что означает начало цикла измерения;

- цикл измерения длится  $(32 \pm 1)$  с, при этом каждый регистрируемый квант излучения сопровождается индикацией символа «t» и коротким звуковым сигналом;

- появление на табло символа  $t t t$  свидетельствует, что уровень мощности ионизирующего излучения превышает 999 мкР/ч - это чрезвычайно опасный уровень радиации;

- по окончании цикла измерения в течение пяти секунд на табло появляется результат измерения, состоящий из двух значений.

После пятисекундной индикации результатов циклы измерения и индикации повторяются.

Усредненное значение - подсчет среднеарифметического значения трех последних результатов текущих измерений.

При проведении измерений необходимо помнить, что ионизирующее излучение имеет статистический вероятностный характер, поэтому показания детектора (результаты текущих измерений) в одинаковых условиях могут иметь разницу. Для более точного определения уровня мощности ионизирующего излучения следует проводить 3...5 циклов измерения не выключая детектора и ориентироваться на результаты усредненной величины вычислений.

При определении загрязненности продуктов питания, предметов быта и т.п. следует приблизить детектор к объекту обследования на расстоянии 5...10 мм правой боковой стороной (с прорезями), включить его и произвести измерения.

При определении загрязненности жидкостей измерения проводятся аналогичным способом над открытой поверхностью жидкости. Не допускается попадание жидкостей на поверхность и внутрь детектора. Для защиты детектора в подобных случаях рекомендуется использовать полиэтиленовую пленку (пакет), но не более чем в один слой.

Результаты измерений, превышающие естественный фон, характерный для данной местности, свидетельствует о радиационном загрязнении обследуемого объекта.

При исследовании радиоактивных аномалий для определения места расположения источника ионизирующего излучения (режим "поиск") следует перемещать включенный детектор над поверхностью обследуемого объекта, ориентируясь на увеличение частоты звуковых сигналов. Помните, что частота сигналов по мере приближения к источнику будет резко возрастать, а по мере удаления, так же резко убывать.

### 7. Выполнить схему- чертеж аудитории по вариантам

### 8. Сделать общие выводы:

- в целом аудитория соответствует или не соответствует санитарно-гигиеническим нормам;

- какие конкретные меры можно предложить, чтобы привести аудиторию в соответствие.

### 9. Результаты занесите в таблицу.

**Таблица 5 - Сводная таблица результатов**

Критерии	Аудитория	Нормы ГОСТ	Результаты	Примечание (соответствует или не соответствует ГОСТам)
Площадь, м <sup>2</sup>		2,5 м <sup>2</sup> на одного человека		
Кубатура, м <sup>3</sup>		4 - 5 м <sup>3</sup> на одного человека		
Световой коэффициент		1/6 площади пола		
Коэффициент заглубления		1/2		
Коэффициент аэрации		1/50 площади пола		
Уровень радиации		12-20 мкР/ч		
Вентиляционный объем воздуха		У=4 – 5 м <sup>3</sup> на одного человека D=3 - 6 раз – кратность обновления объема		

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение экологического паспорта и что он включает в себя.
2. Дать определение понятия "радиоактивность".
3. Перечислить основные источники ионизирующих излучений.
4. Дать характеристику основным видам ионизирующих излучений.
5. Механизм биологического действия ионизирующих излучений.
6. Дать понятия "накопленная зона", "экспозиционная доза".
7. Перечислить источники естественного радиационного фона.
8. Указать ПДД и ПДУ ионизирующих излучений.
9. Перечислить виды детекторов ионизирующих излучений.
10. Перечислить принципы защиты от ионизирующих излучений для закрытых и открытых типов источников излучений.
11. Дать определение качества жизни и качества окружающей среды.
12. Дать определение здоровья.

## 2.3 Практическая работа № 5

### Тема: «Оценка содержания нитратов в продуктах питания»

#### Цель работы:

1. Изучить теоретический материал о влиянии нитратов на окружающую среду и на человеческий организм; ознакомиться с понятиями «качество жизни» и «качество продуктов».
2. Познакомиться с методикой определения нитратов в растениях.
3. Овладеть навыками практической деятельности по определению нитратов в растениях.

#### Материалы и оборудование:

Раствор дифениламина в серной кислоте (0,1 г дифениламина растворяют в 10 мл концентрированной серной кислоты); растительные образцы (клубни картофеля, корнеплоды моркови, редьки, кочан капусты, стебли и листья петрушки); пипетки; ступка с пестиком; предметное стекло; таблица - Зависимость изменения окраски дифениламина от содержания нитратов; определитель качества плодоовощной продукции и кислотности почвы «МОРИОН ОК2».

#### Общие положения

Большинство населения страны широко использует в своей жизни минеральные удобрения и ядохимикаты (в жилищах и на огородах). Результатами воздействия химических веществ являются различные патологии: аллергия, остеохондроз, онкологические заболевания и т.д.

**Азот** - это один из самых важнейших химических элементов в жизни растений, т.к. он необходим для синтеза аминокислот, из которых образуются белки. Азот получает растение из почвы в виде минеральных азотных солей (нитратных и аммиачных).

В растениях азот подвергается сложным превращениям. Метаболизм азота в растениях - это сложный процесс, и нитраты занимают в нём промежуточное положение:



Нитраты в растениях восстанавливаются до нитритов. В этом процессе участвуют различные металлы (молибден, железо, медь, марганец), и при этом происходит интенсивная трата углеводов, т.к. на восстановление тратится энергия, источником которой являются углеводы. Нитриты могут накапливаться в растениях и этим подавлять их рост. Но основная часть нитритов, подвергаясь дальнейшим превращениям, даёт аммиак (NH<sub>3</sub>).

Аммиак русский учёный Д.М. Прянишников назвал альфой и омегой в питании растений.

Нитраты - это соли азотной кислоты, которые накапливаются в продуктах и воде при избыточном содержании в почве азотных удобрений.

Нитратная проблема рождена XX веком, когда извечная проблема обеспечения населения продовольствием стала решаться не за счет увеличения сельскохозяйственных угодий, а за счет интенсификации земледелия.

На 70-е годы пришелся пик развития химической промышленности по производству неорганических (химических) азотистых удобрений - мочевины, аммиачной селитры, кальциевой селитры и т. п. Все эти удобрения значительно повышали урожайность овощных и зерновых культур. В некоторых местах колхозные угодья почти бесконтрольно обрабатывались с самолетов, в результате чего поля сплошь покрылись слоем удобрений, которые отравляли не только посевы, но и землю, водоемы.

Уже в 80-е годы ученые забили тревогу. Стали регистрироваться случаи массового отравления и гибели скота, отмечались отравления и среди людей. Виновниками были названы нитраты, содержащиеся в кормах животных и в растительной продукции в недопустимо высокой концентрации.

Исследователями США, Германии, Чехословакии, России установлено, что нитраты и нитриты вызывают у человека метгемоглобинемию, рак желудка, отрицательно влияют на нервную и сердечно-сосудистую системы, на развитие эмбрионов.

Метгемоглобинемию — это кислородное голодание (гипоксия), вызванное переходом гемоглобина крови в метгемоглобин, не способный переносить кислород. Метгемоглобин образуется при поступлении нитритов в кровь. При содержании метгемоглобина в крови около 15 % появляется вялость, сонливость, при содержании более 50 % наступает смерть, похожая на смерть от удушья. Заболевание характеризуется одышкой, тахикардией, цианозом, в тяжелых случаях — потерей сознания, судорогами, смертью. Концентрация метгемоглобина в крови регулируется метгемоглобинредуктазой, которая восстанавливает метгемоглобин в гемоглобин. Метгемоглобинредуктаза начинает вырабатываться у человека только с трехмесячного возраста, поэтому дети до года, и особенно до трех месяцев, перед нитратами беззащитны.

Впоследствии были выработаны относительно безопасные нормы внесения химических удобрений в почву, но до сих пор лучшими удобрениями считаются органические - такие, как навоз, перегной.

Первоначально применение минеральных удобрений, как правило, сказывается значительной прибавкой урожая. Однако удобрения, внесенные в чрезмерном количестве и с нарушением правил их применения, могут не только привести к снижению урожайности, но и оказаться токсичными, вредными для растений и почвы. Это связано с тем, что в течение многих

веков эволюция растений шла в условиях недостатка азота, и вырабатывались системы не ограничения поступления, а накопления азота.

Накопление нитратов различными культурами носит наследственно закрепленный характер. Зерновые культуры практически не накапливают нитратов. Среди овощей наибольшей способностью накапливать нитраты обладают редька, свекла столовая, капуста, салат, шпинат, редис, тыквенные. Томаты, сладкий перец, баклажаны, чеснок, горох отличаются низким содержанием нитратов.

Как бы устрашающе не звучало слово «нитраты» для современного человека, надо понимать, что так называется ничто иное, как соли азотной кислоты. Они совершенно необходимы для жизнедеятельности всех без исключения растений. А получить азот они могут из воздуха и из почвы, содержащей нитраты. Затем в результате сложных биохимических процессов с участием ферментов и металлов (молибдена, меди, железа, магния и марганца) нитраты используются растениями для синтеза аминокислот - кирпичиков, из которых строятся растительные белки.

В небольших количествах нитраты всегда находились в растениях - это необходимое условие для роста. Поступали они и в организмы млекопитающих, и в ходе эволюционного развития у животных и человека давным-давно сформировались адаптационные механизмы, позволяющие использовать нитраты в своем метаболизме себе во благо.

В отличие от растений человеческому организму не требуется азот для синтеза белков - он получает уже готовые аминокислоты с пищей, растительной и животной. Из этих кирпичиков уже строит собственные разнообразные, более сложные белки.

В созревших растениях и плодах нитратов содержится ничтожно мало, так как большая их часть идет на образование аминокислот и построение собственных белков, а оставшееся количество, попав в виде пищи в организм человека, весьма эффективно им используется.

Небольшие дозы нитратов, содержащиеся в растениях, не только не вредны, но даже полезны для здоровья.

При употреблении продуктов с повышенным содержанием нитратов в организм человека поступают также и их метаболиты: нитриты и нитрозосоединения.

В этом вопросе еще немало темных мест, хотя изучается он с прошлого века. Составить точный баланс прихода и расхода нитратов в организме пока не удалось. Дело в том, что нитраты не только поступают в организм извне, но и образуются в нем. Еще в 1861 г. в Тартуском университете Wilffins обнаружил, что даже при безнитратной диете из организма с мочой выделяются нитраты. В малых количествах нитраты постоянно присутствуют в организме человека, как и в растениях, и не вызывают негативных явлений. Все беды начинаются тогда, когда нитратов становится слишком много.

В организм нитраты поступают с водой и пищей, затем они всасываются в тонком кишечнике в кровь. Выводятся преимущественно с мочой. Кроме того, они выводятся с женским молоком. Количество нитратов



в молоке зависит от количества и качества овощей в рационе матери и длительности кормления. Максимальное содержание нитратов в молоке бывает в первый месяц после родов, затем оно постепенно снижается.

Говоря о нитратах, надо иметь в виду, что наибольшую опасность для здоровья человека представляют те вещества, которые могут образовываться из них в самом организме, - нитриты и нитрозамины. Эта группа соединений считается канцерогенно опасной, поэтому необходимо использовать все возможные меры профилактики, чтобы избежать этого процесса.

В литературе, посвященной химизму нитратов, нет сообщений о выделении нитритов из организма человека. Н. И. Опополь считает, что основная их часть идет на образование метгемоглобина.

Доказано, что даже при больших концентрациях нитратов в крови (2215 мг/кг) содержание метгемоглобина составляет только 2,1 – 4,5 %, что намного меньше опасных концентраций.

Содержание метгемоглобина возрастает до опасных значений только при поступлении в кровь нитритов. Восстанавливают нитраты в нитриты различные микроорганизмы, заселяющие преимущественно кишечник.

Степень восстановления нитратов, как и при хранении продуктов, зависит от тех же факторов: количества нитратов в продуктах и условий жизнедеятельности микроорганизмов. Для развития кишечной микрофлоры благоприятна слабощелочная и нейтральная среда. Наиболее чувствительны к нитратам люди с пониженной кислотностью желудка. Это дети до года и больные гастритом и диспепсией. У таких людей микрофлора толстого кишечника может проникать в желудок, и тогда резко увеличивается процент восстановления нитратов по сравнению со здоровыми людьми.

Риск хронического отравления солями азотной кислоты (нитратами) можно свести к минимуму, правильный выбор овощей и их кулинарная обработка могут свести на нет их химическую опасность.

Чтобы избежать отравлений нитратами в повседневной жизни, необходимо следовать рекомендациям:

1. Ничего не покупайте в местах несанкционированной торговли - там никто вам не гарантирует качество продаваемой продукции.

2. Нитраты накапливаются в определенных частях плода - в корнях, стеблях и черешках или кочерыжках. В ботве их в несколько раз меньше, чем в корнеплодах. Кроме того, разные овощи накапливают разное количество «химии». Наиболее опасны в этом плане редис, свекла, шпинат, сельдерей, а томаты, огурцы, горох содержат минимальное количество нитратов. Еще одна особенность: в тепличных овощах азотной кислоты в несколько раз больше, чем в тех, что выращены на открытом грунте.

3. Необходимо использовать такие способы обработки овощей, при которых уменьшается содержание в них нитратов. Без жалости обрезайте у свеклы примерно на четверть верхушку и хвостик - именно в них находится три четверти вредных веществ. То же самое надо проделать с редисом. А вот капуста любит скапливать нитраты в верхних листьях и кочерыжке. Выход прост - удалите эти части. Свежеприготовленной квашеной капусте нужно

настояться хотя бы в течение двух недель, после этого нитраты перейдут в рассол.

В картофеле «с грядки» нитратов гораздо больше, чем в старом. За полгода хранения клубни теряют почти все вредные вещества. Варка снижает содержание нитратов почти в 2 раза. Лучше картофель готовить на пару или в «мундире». Воду после варки нужно сразу сливать.

Теперь о моркови. Как правило, чем крупнее корнеплод, тем больше в нем нитратов. Об их избытке говорит и его беловатая середина. Отдавайте предпочтение моркови средних размеров. И не забудьте у нее с обоих концов отрезать примерно по полтора сантиметра.

Огурцы и кабачки накапливают нитраты в основном возле хвостика и в тонком слое под шкуркой. Очистите эти овощи перед употреблением и не пожалейте срезать пару сантиметров у хвостика.

Наконец, о пряной зелени. Употребляйте ее сразу после того, как нарезали - под действием воздуха нитраты очень быстро переходят в нитриты, вещества более чем ядовитые.

Никогда не экономьте при покупке овощей - не берите некондиционный товар. Дело в том, что нитраты превращаются в нитриты в долго лежащих продуктах, потрескавшихся, лопнувших, подпорченных овощах.

4. Даже предварительная обработка овощей - мытье и чистка - уменьшают содержание нитратов на 10 - 15 %. Хорош и такой прием - замачивание в холодной воде. В этом случае овощи теряют до 30 % вредных для человека веществ. Особенно сильное средство против нитратов - термическая обработка. Например, варка картофеля уменьшит содержание «химии» на 80 - 90 %, а вот если вы ее жарите - избавитесь только от 10 % химических загрязнителей. Морковь при варке отдает отвару четвертую часть нитратов, а при бланшировании (обработке горячей водой или паром) - все 40, а то и 70 %. И необходимо каждый раз сливать отвар.

Сейчас общеизвестно, что нитраты обладают высокой токсичностью для человека и сельскохозяйственных животных:

1 Нитраты под воздействием фермента нитратредуктазы восстанавливаются до нитритов, которые взаимодействуют с гемоглобином крови и окисляют в нём 2-х валентное железо в 3-х валентное. В результате образуется вещество метгемоглобин, который уже не способен переносить кислород. Поэтому нарушается нормальное дыхание клеток и тканей организма (тканевая гипоксия), в результате чего накапливается молочная кислота, холестерин, и резко падает количество белка.

2 Особенно опасны нитраты для грудных детей, т.к. их ферментная основа несовершенна и восстановление метгемоглобина в гемоглобин идёт медленно.

3 Нитраты способствуют развитию патогенной (вредной) кишечной микрофлоры, которая выделяет в организм человека ядовитые вещества (токсины), в результате чего идёт отравление организма (токсикация).

Основными признаками нитратных отравлений у человека являются:

- синюшность ногтей, лица, губ и видимых слизистых оболочек;
- тошнота, рвота, боли в животе;
- понос, часто с кровью, увеличение печени, желтизна белков глаз;
- головные боли, повышенная усталость, сонливость, снижение работоспособности;
- одышка, усиленное сердцебиение, вплоть до потери сознания;
- при выраженном отравлении - смерть.

4 Нитраты снижают содержание витаминов в пище, которые входят в состав многих ферментов, стимулируют действие гормонов, а через них влияют на все виды обмена веществ.

5 У беременных женщин возникают выкидыши, а у мужчин - снижение потенции.

6 При длительном поступлении нитратов в организм человека (пусть даже в незначительных дозах) уменьшается количество йода, что приводит к увеличению щитовидной железы.

7 Установлено, что нитраты сильно влияют на возникновение раковых опухолей в желудочно-кишечном тракте у человека.

8 Нитраты способны вызывать резкое расширение сосудов, в результате чего понижается кровяное давление.

При всём вышеизложенном следует помнить, вред наносят организму человека не сами нитраты, а нитриты, в которые они превращаются при определённых условиях.

Нитраты попадают в организм человека через различные пути:

1. Через продукты питания:
  - а) растительного происхождения;
  - б) животного происхождения;
2. Через питьевую воду.
3. Через лекарственные препараты.

Основная масса нитратов попадает в организм человека с консервами и свежими овощами (40 – 80 % суточного количества нитратов).

Незначительное количество нитратов поступает с хлебобулочными изделиями и фруктами; с молочными продуктами попадает их – 1 % (10 – 100 мг/л). Часть нитратов может образоваться в самом организме человека при его обмене веществ.

Также нитраты поступают в организм человека с водой, которая является одним из основных условий нормальной жизни человека. Загрязнённая питьевая вода вызывает 70 – 80 % всех имеющихся заболеваний, которые на 30 % сокращают продолжительность жизни человека. По данным ВОЗ по этой причине заболевает более 2 млрд. человек на Земле, из которых 3,5 млн. умирает (90 % из них составляют дети младше 5 лет). В питьевой воде из подземных вод содержится до 200 мг/л нитратов, гораздо меньше их в воде из артезианских колодцев. Нитраты попадают в подземные воды с различными химическими удобрениями (нитратными, аммонийными), с полей и от химических предприятий по производству этих удобрений. Наибольшее количество нитратов содержится в грунтовых водах,

а значит, и в колодезной воде. Обычно жители городов пьют воду, где содержится до 20 мг/л нитратов, жители же сельской местности – 20 – 80 мг/л нитратов.

Нитраты содержатся и в животной пище. Рыбная и мясная продукция в натуральном виде содержит немного нитратов (5 – 25 мг/кг в мясе, и 2 – 15 мг/кг в рыбе). Но нитраты и нитриты добавляют в готовую мясную продукцию с целью улучшения её потребительских свойств и для более длительного её хранения (особенно в колбасных изделиях). В сырокопчёной колбасе содержится нитритов 150 мг/кг, а в варёной колбасе – 50 – 60 мг/кг. Также нитраты попадают в организм человека через табак. Выяснено, что некоторые сорта табака содержат до 500 мг нитратов на 100 г сухого вещества.

### Ход работы

I. Качественно определить содержание в продуктах нитратов можно следующим образом.

а) Разотрите поочередно растительные образцы (картофеля, моркови, редьки зеленой, капусты, листья и стебли петрушки) в ступках.

б) Отфильтруйте полученные соки, и по одной капле каждого образца нанесите на предметное стекло.

в) Добавьте 1 - 2 капли раствора дифениламина.

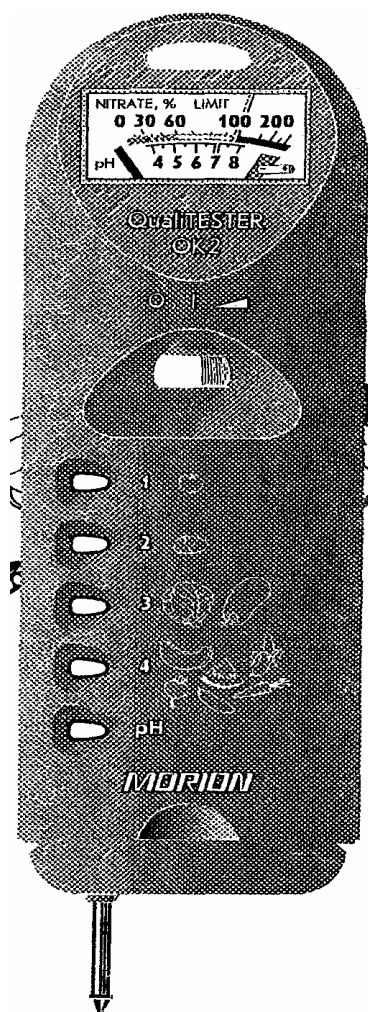
г) Расположите образцы по степени возрастания в них концентрации нитрат-иона ( $-\text{NO}_3^-$ ).

д) О содержании нитратов судят по изменению окраски: в присутствии нитрат-иона дифениламин дает синее окрашивание.

Таблица 6 - Зависимость изменения окраски дифениламина от содержания нитратов

Окраска пробы	Содержание нитратов
Нет окраски	Очень острая нехватка
Бледно-голубая, быстро исчезает	Острая нехватка
Голубая окраска, исчезает через 2-3 минуты	Слабая нехватка
Синяя окраска, сохраняется некоторое время	Норма
Темно-синяя окраска, устойчивая	Избыток

II. Количественно содержание нитратов определяется при помощи определителя качества плодовоовощной продукции и кислотности почвы «МОРИОН ОК2» (рисунок 4).



Этот прибор предназначен для индивидуального и экспресс-контроля качества свежей плодоовощной продукции по критерию концентрации нитратов и качественного анализа кислотности почвы.

Определитель можно эксплуатировать при температуре от +10 °С до +30 °С, относительной влажности воздуха от 45 до 80 %.

Основные технические характеристики прибора:

- 1 Питание от 3х элементов А316 или внешнего источника питания - 4,5 В
- 2 Ток потребления не более – 15мА,
- 3 Диапазон индикации концентрации нитратов – 20 - 200 %,
- 4 Диапазон индикации кислотности почвы рН – 4-8
- 5 Относительная экспериментальная погрешность в диапазоне 30-100% ± 20 %,
- 6 Масса определителя без упаковки – 0,2кг
- 7 Габаритные размеры - 210×65×35 мм.

Рисунок 4 – Внешний вид прибора

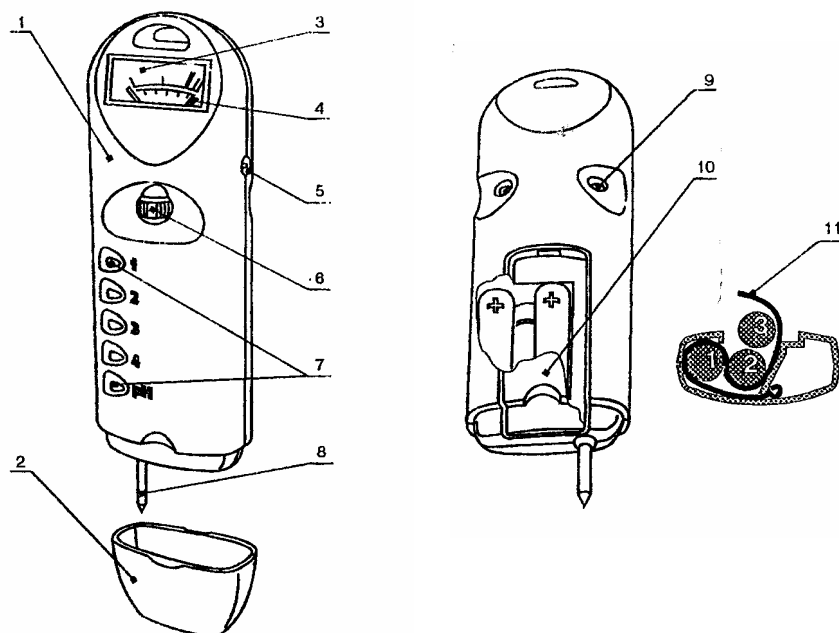


Рисунок 5 - Расположение органов управления прибора

1. Определитель качества «Морион ОК2»
2. Защитный колпачок
3. Измеритель

4. Сектор контроля источника питания
5. Гнездо для подключения внешнего источника питания
6. Регулятор
7. Кнопки для калибровки шкалы измерителя
8. Зонд
9. Место установки пломбы
10. Крышка отсека элементов питания
11. Лента для извлечения элементов питания

### **Подготовка к работе и порядок работы с прибором**

1 Одной рукой взять определитель 1, другой (большим пальцем сверху, а указательным снизу) сжать колпачок 2 и снять его с корпуса.

2 Снять заднюю крышку 10

3 В соответствии с позицией 11 и обозначением на корпусе установить элементы питания и закрыть крышку 10

4 Слегка нажать колесо регулятора 6 и не ослабляя его, плавно переместить вправо до включения определителя (при этом будет слышен щелчок).

5 Нажать кнопку 1 и, удерживая её, регулятором 6 вывести стрелку измерителя 3 в крайнее правое положение.

Если стрелка измерителя находится в секторе 4, то напряжение источника питания в норме, в противном случае необходима замена элементов питания. (Во избежание окисления контактов не оставляйте в приборе вышедшие из строя элементы).

6 Проверка содержания нитратов в продуктах питания

6.1 Включить определитель по п.п. 4.

6.2 Нажать одну из калибровочных кнопок, соответствующую проверяемому продукту и, удерживать её регулятором 6, установить стрелку измерителя 3 на отметку «100» при определении качества плодоносящей продукции. Отпустить выбранную кнопку – стрелка измерителя должна уйти в крайнее левое положение.

6.3 Ввести зонд в проверяемый продукт на глубину не менее 15 мм – стрелка измерителя, по верхней шкале, покажет процентное содержание нитратов в проверяемом продукте относительно уровня предельно допустимой концентрации (ПДК) нитратов, принятого за 100%

6.4 Уровни ПДК нитратов в плодоовощной продукции для России и оптимальные кислотности почвы приведены в таблице Д.2 Приложения Д.

6.5 Абсолютное значение содержания нитратов в проверяемом продукте можно определить по формуле

$$C = \frac{n \cdot \text{LIMIT}}{100}, \text{ мг/кг}$$

где n - показание измерителя в %;

LIMIT - уровень ПДК нитратов в продукте, мг/кг.

7 После завершения измерений, плавным вращением регулятора влево выключить определитель, освободить зонд, промыть его в воде, протереть чистым тампоном и надеть колпачок.

Для выращивания экологически чистых урожаев необходимо постоянно, в процессе роста и перед употреблением, контролировать концентрацию нитратов в плодоовощной продукции.

Помните:

- если в начале вегетационного периода содержание нитратов в плоде или стебле меньше 20 %, то необходимо провести подкормку;

- если перед уборкой плодоовощной продукции концентрация нитратов в ней больше или равна ПДК, то необходимо провести обильный полив и через сутки замер повторить. Если после этого концентрация нитратов снизилась недостаточно - полив повторить;

- если в плодоовощной продукции концентрация нитратов превышает ПДК, то при употреблении ее нежелательно смешивать с кисломолочными продуктами, а также обрабатывать при температуре выше 140 °С (ослабить концентрацию нитратов можно путем вымачивания, разведения в большом объеме или смешивания с более качественными продуктами в объемах, соответствующих концентрации нитратов смешиваемых продуктов);

- наиболее сильное воздействие плодоовощная продукция с повышенным содержанием нитратов оказывает на детей младшего возраста, будущих родителей, больных и спортсменов перед соревнованиями. Для этой категории лиц продукты или их части желательно выбирать с концентрацией не более 30 %.

Сделать вывод по работе, сравнив полученные значения концентрации нитратов в исследуемых продуктах с ПДК. Значения ПДК в продуктах приведены в таблицах 1 и 2 приложения Д (в скобках в таблице 2 приведены нормы для поздней продукции открытого грунта).

### **Форма отчета о выполненной работе**

Отчет о выполненной работе оформляется в виде таблицы.

Таблица 7 – Результаты определения содержания нитратов в образцах

Плод растениеводства	Содержание нитратов	В какой части плода накапливается нитрат	Рекомендации по уменьшению нитратов

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Обоснуйте определение «нитраты» с точки зрения агрохимической промышленности.
2. Какое влияние нитраты оказывают на организм?
3. Какие плоды растениеводства в большей степени накапливают в себе нитраты?

4. Какие плоды растениеводства в меньшей степени накапливают в себе нитраты?

5. Какие рекомендации вы можете дать для снижения в плодах растениеводства нитратов?

7. Назовите зависимость изменения окраски дифениламина от содержания нитратов.

8. Назовите опасные дозы нитратов для человеческого организма.

#### **2.4 Литература, рекомендуемая для изучения раздела**

1. **Токарева, А.Н. Избавимся от нитратов / А.Н. Токарева // Экология и жизнь. - 2005 - № 5. - С.75.**

2. **Самохина, Н.А. Нитраты съедобные и несъедобные / Н.А. Самохина // Будь здоров! - 2005. - № 10. - С.5-9**

3. **Зарубин, Г.П. Гигиеническая оценка нитратов в пищевых продуктах / Г.П. Зарубин, М.Т. Дмитриев, Е.И. Приходько, В.А. Мищикина // Гигиена и санитария. – 1990. - № 3. - С. 17-19**

4. **Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов [Текст]: учебник / В. М. Поздняковский. – 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2005. – 522 с**



## **3 Физико-химические и физические методы исследования живых естественных и антропогенных систем**

### **3.1 Терминологический словарь раздела**

**Эвтрофикация** – это процесс обогащения водных экосистем биогенными элементами.

**Три состояния водных экосистем**, которые подвергаются постепенным превращениям:

1. **Олиготрофное** состояние характеризуется малым содержанием биогенных элементов.
2. **Эвтрофное** состояние характеризуется высоким содержанием биогенных элементов.
3. **Дистрофное** состояние характеризуется высоким содержанием биогенных элементов, но биогенные элементы находятся в труднодоступном состоянии.

**Биогенные элементы** - вещества, являющиеся продуктами метаболизма живых организмов, часто выступают в качестве загрязнителей.

**Группы абиотических факторов:**

- климатические,
- эдафические (почва),
- топографические (местность.)

**Гиполимнион** – глубинные воды экосистемы с низкими температурами.

**Эпилимнион** – хорошо перемешиваемые и прогреваемые слои воды.

**Конвекция** – процесс перемешивания слоев в системе.

**Диализ** – это восстановление растворимости белка и всех его свойств при уменьшении концентрации соли.

### **3.2 Практическая работа № 6.**

**Тема: «Качественные и количественные реакции на содержание в растворах белковых молекул как критерий качества водных экосистем»**

#### **Общие положения**

Человек живет на Земле не один, но, несмотря на многообразие живых существ нашей планеты, их химическая природа очень сходна.

Изучение химии живых организмов (т.е. биохимии) тесно связано с общим бурным развитием биологии в наше время. Современная биохимия занимается исследованием химических реакций, которые протекают в живых клетках, т.е. теми реакциями, благодаря которым клетки растут и делятся, питаются и выделяют шлаки, движутся и общаются друг с другом. Эти реакции, каждую из которых катализирует свой специфический (особенный)

фермент, составляют сложную сеть метаболизма или обмена веществ. Обмен веществ включает как синтез (ассимиляция, пласт.обмен) так и распад (диссимиляция, энергетический обмен) с поглощением и выделением энергии.

В земной коре встречаются около 100 химических элементов, но для жизни необходимо всего 16. Эти необходимые элементы разделяются на три группы:

I группа: основные: C, H, O, N.

II группа: макроэлементы (ионы):  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{S}^{--}$ ,  $\text{P}^-$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$ .

III группа: микроэлементы: Mn,  $\text{Co}^-$ , Cu, Zn, B, Al, Si, V, Mo, J(наиболее важный).

Встречаются также и другие элементы, но они не имеют такого жизненно важного значения. Элементы образуют соединения. Эти соединения, находятся в определенном постоянном процентном содержании в клетках, поступают ли они из окружающей среды (после ферментативного расщепления в пищевой системе) или синтезируются внутри клетки. В итоге такого перемещения устанавливается стационарное состояние стремления к гомеостазу. На этом основана система самообновления тканей.

Соединение клетки можно разделить на две основные группы: это неорганические и органические.

Наиболее важным неорганическим соединением, входящим в состав живых систем, является вода. Ее содержится от 60 до 95 % от общей массы живых организмов и 3/4 поверхности Земли.

Вода важна для живых организмов вдвойне, ибо она не только необходимый структурный компонент, но и для многих – среда обитания.

Во-первых: молекула воды, будучи диполем (способным соединяться водородными связями друг с другом) является прекрасным растворителем для полярных соединений (соли, сахара и спирты). Процесс растворения полярных соединений повышает их реакционную активность. А неполярные соединения (типа липидов) не смешиваются с водой, притягиваются неполярными частями друг к другу (как капельки жира), разделяя таким образом водные растворы на компоненты (части).

Эти взаимодействия стабилизируют, делают более прочными мембраны клетки. Иначе говоря, неполярные молекулы – гидрофобны (боятся воды).

Благодаря первому своему свойству, вода осуществляет транспорт веществ в организмах.

Во-вторых: обладая большой теплоемкостью (когда сильное увеличение тепловой энергии вызывает лишь небольшое повышение температуры) вода создает относительно постоянные условия протекания всех биохимических процессов.

В-третьих: вода обладает большой теплотой испарения. Эту энергию она берет из своего окружения, чем обеспечивает охлаждение организмов (потоотделение, транспирация).

В-четвертых: воде свойственна большая теплота плавления – это есть мера тепловой энергии, необходимой для расплавления твердого вещества (т.е. льда); справедливо и обратное: при замерзании вода должна отдать большое количество энергии, что уменьшает вероятность замерзания клеточного содержимого.

В-пятых: вода - единственное вещество, у которого плотность в жидком состоянии больше, чем в твердом. Это дает возможность существовать организмам на дне водоемов и в холодное время, а также обеспечивает циркуляцию соединений в растворе (т.к. соединения, охладившиеся до +4 °С и ниже, поднимаются на поверхность водоема).

В-шестых: транспорт воды по сосудам осуществляется благодаря когезии (сцепление молекул или физических тел друг с другом под действием сил притяжения).

В-седьмых: вода – главный реагент, т.к. она является важным метаболитом, т.е. участвует в реакциях обмена веществ. Например: в качестве источника водорода в фотосинтезе; участвует в реакциях гидролиза.

В-восьмых: вода участвует в процессе эволюции в качестве главного ограничивающего фактора при естественном отборе.

Органические соединения подразделены условно на две группы, 90 % от сухой массы клетки составляют макромолекулы, представляющие собой биополимеры (гигантские молекулы, построенные из многих, повторяющихся единиц-звеньев, так называемых мономеров). Они разделяются на три группы:

- 1) полисахариды;
- 2) белки;
- 3) нуклеиновые кислоты.

К другим органическим соединениям меньших размеров относятся липиды и липоиды, в основном нерастворимые в воде органические вещества, которые можно извлечь из клетки при помощи органических растворителей. В основном, это сложные эфиры, воски, фосфолипиды, стероиды, терпены.

В состав клетки входят и другие, не менее важные химические соединения, принимающие участие в метаболизме. Все сказанное выше, является доказательством сходства химии состава живых организмов. Но как бы не впечатляло их сходство, различия между ними не менее поразительны. Все это химическое разнообразие организмов обусловлено существованием различных генов, т.е. участков молекулы ДНК, несущих закодированную информацию в хромосомах клетки.

Генетические различия ведут к разнообразию структур белков, синтезируемых в клетке. Это соответственно ведет к возникновению различных ферментативных химических реакций метаболизма клетки и, в конечном счете, различных признаков.

Ко II группе органических макромолекул или биополимеров (БМ) клетки относятся белки. Они составляют 50 % от сухой ее массы. БМ – это важные компоненты пищи, способные превращаться и в жиры и в углеводы.

Большое их разнообразие позволяет выполнять в живом организме множество различных функций, как структурных так и метаболических. БМ – это сложные органические соединения, состоящие из С, Н, О, N и иногда S. Они содержат и другие элементы (P, Fe, Zn, Cu), т.к. способны образовывать комплексы с молекулами, содержащими эти элементы.

Молекулярная масса биополимеров (БМ) колеблется от нескольких тысяч до нескольких десятков миллионов у.е.

По своей структуре БМ представляют биополимеры, мономерами которых являются аминокислоты. В клетках и тканях встречается 170 аминокислот. В составе белков обнаружено 26, но компонентами белков можно считать лишь 20.

Аминокислоты имеют различное строение, что связано с наличием различных функциональных групп:

- 1) COOH (карбосильная);
- 2) NH<sub>2</sub> (аминогруппа);
- 3) OH (гидроксильная);
- 4) S (сульфидная).

Т.к. аминокислоты по своим свойствам легко растворимые соединения, то в растворах они присутствуют в виде биполярных ионов. Этим объясняются буферные свойства аминокислот (т.е. способность препятствовать изменению рН в клетке, что в свою очередь объясняет механизм гомеостаза). Аминокислоты способны образовывать 4 типа связи:

- 1) водородные;
- 2) дисульфидные;
- 3) ионные;
- 4) пептидные (это связь, которая возникает в результате реакции поликонденсации с образованием ковалентной азотоуглеродной связи).

Соединения, образующиеся в результате этой реакции, называются дипептидом. Реакция может идти и дальше до образования 3-, 4-,..., полипептидной цепи.

Для каждой БМ характерна сугубо специфичная полипептидная последовательность и геометрическая форма молекулы.

Геометрическая форма, т.е. конформация белковой молекулы, имеет обычно четыре уровня:

1. Под первичной структурой понимают число и последовательность аминокислот соединенных пептидными связями в полипептидную цепь.

Кембриджский университет (Ф. Сэнгер) – первичная структура БМ. Работа продлилась с 1944 – 1954 гг. M<sub>к</sub> вес- 5733. 1902 – ученый Фишер, полипептидная теория, молекулы белков представляют собой длинные цепи остатков аминокислот, соединенных пептидными связями. Получил полипептиды, состав которых до 20 аминокислот. Метод рентгеноструктурного анализа - середина XX века.

2. Вторичная структура - это закручивание полипептидной цепи в пружинообразную ( $\alpha$  - спираль ) или в складчатообразную ( $\beta$  - спираль ) структуру, стабилизированную водородными связями. Во вторичной

структуре встречаются также участки с нерегулярной геометрией, что объясняется наличием дисульфидных мостиков или аминокислот, которые препятствуют или не способны образовывать водородные связи.

3. Третичная структура – это такая пространственная конформация БМ, представляющая собой полипептидную спираль, свернутую еще раз в более плотную (чаще глобулярную) структуру за счет ионных, эфирных, солевых, дисульфидных и гидрофобных взаимодействий. Наиболее важными взаимодействиями являются последние (т.к. гидрофобные цепи прячутся вовнутрь упаковки, а гидрофильные остаются снаружи; таким образом, БМ может приобретать заряд). Такая упаковка называется субъединицей или протомером.

4. Четвертичная структура - это упаковка более сложных белков, состоящих из нескольких протомеров, соединенных электростатическими, гидрофобными, ионными или водородными связями в мультимер.

Например: гемоглобин состоит из 4 протомеров, соединенных ионом железа ( $Fe^{+2}$ ).

Белковые молекулы обладают следующими свойствами:

1) буферность связана с рН средой изоэлектрической точкой (в этой точке суммарный заряд молекулы равен нулю; при рН выше значение изоэлектрической точки БМ заряжается положительно; при рН ниже значения изоэлектрической точки БМ заряжается отрицательно). Это влияет на растворимость БМ;

2) качественные реакции на БМ: а) гидролиз; б) цветные реакции (биуретовая, ксантопротеиновая, Адамкевича, Фоля, Лоури);

3) денатурация БМ (нарушение первоначального строения), бывает обратимая и необратимая. Факторы, вызывающие необратимую денатурацию:

а) высокие и низкие температуры;

б) лучи с широкой и узкой длиной волны (такие воздействия сопровождаются вибрацией БМ, что вызывает ее свертывание или коагуляцию);

в) концентрированные растворы кислот и щелочей;

г) тяжелые металлы и их соли (вызывают осаждение БМ, т.к. снижается растворимость);

д) органические растворители нарушают гидрофобные взаимодействия.

Существует обратимая денатурация или отжиг, который проходит в присутствии ионов растворимых солей (кроме солей тяжелых металлов), их концентрация влияет на восстановление растворимости БМ, т.е. диализ;

4) Сложность строения БМ вызывает чрезвычайное разнообразие их функций. Это разнообразие и сложность строения крайне затрудняет создание единой четкой классификации форм БМ. Тем не менее, можно выделить классификационные группы по трем основным принципам:

1) По составу и физико-химическим свойствам. По составу БМ бывают: простые или протеины (гидролизуются только до аминокислот);

сложные или протеиды (гидролизуются не только на аминокислоты, а и на небелковую часть). Это нуклеопротеиды, хромопротеиды, металлопротеиды, гемоглобин;

2) По структуре и форме БМ разделяются на: а) фибриллярные; б) глобулярные; в) промежуточные.

3) По выполняемым функциям БМ бывают: а) структурные (коллаген и эластин); б) ферменты (пепсин, трепсин); в) гормоны (инсулин и глюкоглан); г) транспортные (гемоглобин, миоглобин); д) защитные (антитела, тромбин, фибриноген); е) сократительные (меозин, актин); запасные (козеин, альбумин); з) токсины (змеиный яд).

Таким образом, белки являются главными структурными и метаболическими компонентами живых систем.

### **Ход работы**

#### **Реактивы и оборудование:**

- а) образцы: 1 %-ый раствор белка, 1 %-ый раствор желатина;
- б) кислоты: концентрированная азотная кислота, концентрированная уксусная кислота, концентрированная серная кислота;
- в) концентрированный раствор аммиака;
- г) щелочи: 10 %-ый раствор гидроксида натрия, 30 %-ый раствор гидроксида натрия;
- д) соли: 1 %-ный раствор сульфата меди, 5 %-ый раствор ацетата свинца;
- е) оборудование: пробирки, горелка, пипетки, штатив, химический стакан с водой, ФЭК.

1. Выполнить все качественные реакции на простые и сложные белки.

**Опыт № 1** Обнаружение в молекулах белка пептидных связей (биуретовая реакция).

К 1 - 2 мл 1 %-го раствора белка прибавляют двойной объем 10 % раствора гидроксида натрия, хорошо перемешивают и добавляют 2 - 3 капли 1 % раствора сульфата меди. Снова тщательно перемешивают.

Биуретовую реакцию проводят с 1 %-ым раствором желатина.

**Опыт №2** Ксантопротеиновая реакция.

К 1 мл 1 %-го раствора белка добавляют 5 - 6 капель концентрированной азотной кислоты до появления осадка или мути от свернувшегося белка. При осторожном нагревании раствор и осадок окрашиваются в ярко-желтый цвет. Смесь охлаждают и к полученному раствору, имеющему кислую реакцию, осторожно, не взбалтывая, добавляют по каплям избыток концентрированного раствора аммиака до щелочной реакции среды. Выпадающий вначале осадок кислотного альбумината растворяется и жидкость окрашивается в ярко-оранжевый цвет. Провести реакцию с 1 %-ым раствором желатина.

### **Опыт №3 Реакция Адамкевича.**

В пробирку наливают 1 мл 1 %-го раствора белка и прибавляют 1 мл ледяной (концентрированной) уксусной кислоты, которая всегда содержит немного глиоксильной кислоты. Смесь слегка нагревают до растворения образующегося осадка. Охлаждают пробирку со смесью, а затем, сильно наклонив ее, осторожно, по стенке приливают 1 мл концентрированной серной кислоты, так, чтобы обе жидкости не смешивались. При отстаивании (через 5 - 10 мин) на границе раздела двух жидкостей образуется красно-фиолетовое кольцо.

### **Опыт №4 Реакция Фоля.**

К 1 мл 1 %-го раствора белка приливают 1 мл 30 %-го раствора гидроксида натрия и 3 - 4 капли 5 %-го раствора ацетата свинца. При интенсивном кипячении жидкость окрашивается в бурый или черный цвет. Реакцию Фоля проделывают с 1 %-ым раствором желатина, в составе которого нет серосодержащих аминокислот.

### **Опыт №5 Реакция Лоури.**

К 1 - 2 мл 1 %-го раствора белка прибавляют двойной объем 10 % раствора гидроксида натрия, хорошо перемешивают и добавляют 2 - 3 капли 1 % раствора сульфата меди. Снова тщательно перемешивают.

Данную реакцию проводят так же и с 1 %-ым раствором желатина.

В обе пробирки добавить реактив Фолина (смесь фосфорно-молебденовая и фосфорно-вольфрамовая смесь). Дать смеси отстояться, Аккуратно слить верхнюю часть смеси и проводить исследование на ФЭК. Количество белка в каждом образце определяют при помощи калибровочной кривой.

## **Отчет о выполненной работе**

Отчет о выполненной работе должен содержать таблицу и выводы о проделанной работе.

Таблица 8 – Результаты проведенных исследований

<b>Название реакции</b>	<b>Взаимодействие с простым белком</b>	<b>Взаимодействие со сложным белком</b>
-------------------------	--	---

## **Контрольные вопросы**

1. Какова структурная организация белковой молекулы?
2. Основные связи, образующие белковую молекулу.
3. Охарактеризуйте конформацию белковой молекулы.
4. Где располагаются гидрофобные радикалы аминокислотных остатков полипептидной цепи?
5. Чем представлена вторичная структура природных белков?
6. При каком расположении аминокислотных остатков водородные связи более прочные?
7. В результате чего происходит денатурация белков?

### 3.3 Практическая работа № 7

**Тема: “Определение качества атмосферного воздуха по дисперсности пыли”**

#### **Цель работы:**

- изучить понятия «дисперсность пыли», «свойства аэрозолей», «качество окружающей среды» и «качество жизни»;
- ознакомиться с методикой определения качества атмосферного воздуха по численной концентрации витающей пыли и её дисперсному составу;
- овладеть навыками по работе с микроскопом в целях определения дисперсного состава и численной концентрации витающей пыли;
- научиться отбирать пробы оседающей пыли, производить анализ её дисперсного состава;
- научиться представлять результаты расчетов в графической форме.

#### **Оборудование и материалы:**

Микроскоп с предметными и покровными стеклами, окуляр-микрометр, объектив-микрометр, толуол, фильтры аспирационные (АФА) запыленные, масло вазелиновое.

#### **Общие положения**

В атмосферу в настоящее время выбрасывается множество различных вредных веществ, имеющих антропогенный характер возникновения.

Многие загрязнения с осадками из атмосферы попадают в воду и почву и отравляют их. Если атмосфера и водная среда могут самоочищаться, то почва таким свойством не обладает: токсичные вещества постоянно накапливаются в ней и приводят к изменению её состава, которое соответственно вызывает изменения в растительном и животном мире, что не может не сказаться на жизнедеятельности человека. Загрязнение атмосферы вредными веществами вызывает множество неизлечимых заболеваний, являющихся характерной особенностью современного общества.

Одним из основных источников выбросов в атмосферу являются промышленные предприятия – неотъемлемые представители урбанизированных территорий. Атмосфера вокруг них особенно загрязнена. Многие промышленные предприятия расположены в черте города, вокруг них проживают люди. Одним из приоритетных загрязнителей природно-техногенной системы является пыль. В связи с этим есть необходимость контролировать содержание вредных примесей в атмосфере, т.е. определять её качество. Параметров качества загрязнения атмосферного воздуха существует множество, но наиболее оптимальным из них принято считать численную концентрацию витающей пыли.



Численная концентрация показывает, сколько частиц пыли содержится в объеме воздуха (число/см<sup>3</sup>). В общем случае под этим понимают концентрацию частиц пыли независимо от их формы, размера и вещественного состава. Полная характеристика запыленности воздуха будет в том случае, если данные о массе пыли в воздухе будут дополнены данными об её дисперсном составе. Дисперсность – характеристика размера частиц в дисперсных системах. Мера дисперсности частиц пыли (или любой фракции) – отношение общей поверхности всех частиц к их суммарному объему. Полидисперсность, как показатель свойства частиц пыли, определяется функцией распределения частиц по размерам или массам.

Поскольку дисперсные системы состоят из множества мелких частиц какого-либо тела (дисперсная фаза), распределенных в однородной среде (дисперсионной среде), то они характеризуются сильно развитой поверхностью раздела между фазами. По размерам частиц (дисперсности) различают грубодисперсные системы и высокодисперсные или коллоидные системы.

В результате применения численного (счетного) метода может быть определено общее число пылевых частиц в единице объема воздуха, а также соотношение частиц разного размера. Применение счетного метода основано обычно на микроскопических методах исследования пыли. Пыль всегда является полидисперсной, т.е. характеризуется более или менее широким спектром размеров частиц (от 10<sup>-2</sup> до 10<sup>2</sup> мкм).

При нормальной остроте зрения на расстоянии наилучшего видения (250 мм) глаз человека может различать предметы, состоящие из линий или точек, отстоящих друг от друга не менее чем на 0,08 мм. Эта величина называется разрешающей способностью глаза. Для повышения разрешающей способности глаза применяются оптические приборы, дающие увеличенное изображение предмета. Простейший из них – лупа – дает увеличение от 7 до 20 раз, что позволяет рассматривать предметы размером до 0,01 мм. Для изучения более тонких частиц применяют световой микроскоп, разрешающая способность которого может достигать 0,12 мкм.

Изучение дисперсного состава пыли или порошка методами микроскопирования основано на визуальном изучении отдельных частиц - определении их числа, формы и размеров.

Световой микроскоп, называемый также оптическим, имеет оптическую систему с двумя ступенями увеличения – объективом и окуляром. Объектив представляет собой первую степень увеличения. Окуляр увеличивает изображение, созданное объективом, до таких границ, чтобы оно могло быть рассмотрено глазом. Общее увеличение микроскопа определяется как произведение увеличения объектива на увеличение окуляра.

Наиболее распространены объективы с увеличением от 3 до 90 и окуляры от 5 до 20, т.е. общее увеличение микроскопа в видимой области спектра можно измерять в пределах от 15× до 1800×.

Повысить разрешающую силу микроскопа и наблюдать частицы меньших размеров можно двумя способами: применяя свет с меньшей длиной волны и увеличивая апертуру объектива. Для увеличения апертуры пространство между линзой объектива и препаратом заполняют иммерсионной жидкостью.

В зависимости от способности препарата поглощать или отражать свет, от показателя преломления и других его свойств, применяются различные методы освещения препарата:

1) метод светлого поля – в проходящем свете позволяет получить равномерно освещенное поле в плоскости изображения;

2) метод темного поля – в проходящем свете дает возможность определить точно контуры рассматриваемых объектов, т.к. на темном фоне образуются светлые изображения мелких деталей за счет рассеяния нити света;

3) метод фазового контраста – основан на разнице в показателях преломления отдельных участков препарата и окружающей среды.

В зависимости от назначения микроскопы подразделяют на: биологические, люминесцентные, стереоскопические, поляризационные, металлографические и специальные. Некоторые типы микроскопов имеют следующие разновидности: рабочие, лабораторные, исследовательские, универсальные.

На аэрозольные частицы могут оказывать влияние самые различные силы: гравитационные, электрические, центробежные, звуковые, магнитные. Под действием внешних сил частицы перемещаются, как бы раздвигая на своем пути газовую среду. Её сопротивление прямо пропорционально размеру частицы, скорости её движения и вязкости среды. Количественно эту зависимость вывел в 1852 году Дж. Г. Стокс. Закон, который носит его имя, играет исключительно важную роль в механике аэрозолей.

Известны следующие механизмы осаждения взвешенных частиц:

1) гравитационный – частицы крупнее 40-50 мкм выпадают из газового потока благодаря силе тяжести;

2) инертный – частицы, при обтекании тела газовым потоком, за счет инерции отклоняются от общего потока и осаждаются на фронтальной поверхности обтекаемого тела;

3) зацепление – частицы от 1 до 3 мкм при перемещении вместе с газовым потоком в относительной близости от обтекаемого тела приходят в соприкосновение с ним и прилипают к нему;

4) диффузионный – частицы размером 0,1 мкм и меньше перемещаются в газовом потоке благодаря столкновениям с газовыми молекулами (броуновское движение), в результате чего возможно попадание их на поверхность обтекаемого тела;

5) центробежный – частицы выносятся из вращающегося газового потока под действием центробежной силы.

При микроскопическом анализе дисперсного состава пыли представляется удобным распределение на фракции по шкале с модулем 2, а именно: 1; 2; 4; 8; 16; 32 мкм.

При большом увеличении поле зрения в микроскопе очень мало, несмотря на просмотр многих полей зрения и большое число просчитанных и измеренных частиц, число крупных частиц может оказаться недостаточным для достоверности расчета их распределения. Наиболее крупные частицы могут вообще не попасть в просмотренные поля зрения.

Для того, чтобы избежать этой ошибки, рекомендуется производить раздельно подсчет частиц мельче 8 мкм при увеличении ~ 1000-1200х, а частиц крупнее 4 мкм – при увеличении ~ 100х.

Размеры рассматриваемых под микроскопом частиц определяются путем сравнения их со шкалой окуляр-микрометра. Цена деления его шкалы определяется при помощи объект-микрометра, представляющего собой шкалу длиной 1 мм, разделенную на 100 частей. Эта шкала, выгравированная на специальном предметном стекле, рассматривается через микроскоп как объект.

В фокальной плоскости окуляра микроскопа помещается сетка со шкалой. Подсчитывается число делений изображения объект-микрометра, приходящихся на несколько делений окулярного микрометра и вычисляется цена деления окуляр-микрометра.

Для обеспечения и ускорения подсчета числа и определения размера частиц взамен линейного окуляр-микрометра разработаны специальные масштабные сетки:

1) дисковый компаратор, представляющий собой стекло, помещаемое в фокальную плоскость окуляра. На стекле нанесены 10 световых и 10 затемненных кружков;

2) сетка Вигдорчик, состоит из двух рядов квадратных клеток. Размеры клетки рассчитаны так, что при обычном применяемом увеличении 1200х для подсчета и измерения частиц сторона клетки равна 5 мкм.

На крайних клетках нанесены дополнительные деления, соответствующие 1, 2, 3 и 4 мкм.

Размер частицы обычно характеризуют радиусом или диаметром. При теоретических рассмотрении свойств частиц чаще всего пользуются радиусом, в то время как в практических приложениях предпочтения отдают диаметру.

Двумя характеристиками размеров частицы служат диаметр Ферета и диаметр Мартина. Эти понятия вводят при аппроксимации размера частицы, определяемого из проекций нескольких частиц неправильной формы. Диаметр Ферета – это максимальное расстояние между краями каждой частицы, а диаметр Мартина – это длина линии, которая делит частицу на две равные части. Поскольку эти измерения могут существенно зависеть от расположения частицы, они правомочны, если усреднены для большого числа частиц и сделаны идентично. Тогда, предполагая ориентацию частиц беспорядочной, рассчитывается средний диаметр.

Аэрозоли, состоящие из частиц различных размеров, являются полидисперсными. Как правило, образуются именно полидисперсные аэрозоли. Под аэрозолями принято понимать дисперсные системы, состоящие из жидких или твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в газовой среде (обычно в воздухе). К аэрозолям относятся например дымы, туманы, пыли, смог.

Иногда система достаточно удовлетворительно характеризуется одним размером частиц. В других случаях оказывается необходимой информация о распределении частиц по размерам.

Наиболее простая характеристика группы частиц с различными диаметрами – это сумма диаметров всех частиц, деленная на их полное число:

$$D_{cp} = \Sigma(n_i \cdot d_i) / \Sigma n_i \quad (7.1.)$$

где  $n_i$  – количество частиц  $i$ -го размера, шт;

$d_i$  – диаметр данных частиц, мкм;

$D_{cp}$  – средний диаметр частиц, мкм.

Медианный диаметр частиц может быть определен путем записи диаметров всех частиц в порядке их возрастания и нахождения такого диаметра, который делит полученный ряд пополам.

Оседание является важнейшим процессом удаления аэрозольных частиц из атмосферы (в особенности крупных). Процесс и время оседания зависят от множества факторов, доминирующее значение среди которых принадлежит дисперсности пылевых аэрозолей, а также метеорологическим условиям.

Для оценки дисперсного состава осевшей пыли препараты из взвешенной в воздухе пыли готовят, осаждая её на покровные стекла или просасывая запыленный воздух через фильтрующий слой.

Если препарат готовится из порошка или ранее отобранной пыли, то навеску 1-5 г диспергируют в соответствующей жидкости с добавкой дефлотирующего вещества. Несколько капель суспензии берут для исследования. При отборе пробы необходимо принять меры, чтобы не произошло осаждения крупных частиц.

Для грубой пыли с частицами 20 - 60 мкм, имеющими большую плотность ( $\rho > 3 \text{ г/см}^3$ ), этот способ неприменим вследствие быстрого осаждения частиц. Из такой пыли препараты готовят непосредственно на предметном стекле. Сверху препарат должен быть закрыт покровным стеклом.

Приготовление препаратов путем просасывания запыленного воздуха через фильтрующий слой производится при помощи фильтров АФА-Д-3, а также других отечественных или импортных мембранных фильтров. После отбора проб пыли фильтры подвергают просветлению. Для этого фильтр АФА помещают на предметное стекло, запыленной стороной к стеклу и, в слегка натянутом состоянии, приклеивают по краям. Затем на фильтр

воздействуют парами ацетона или дихлорэтана или наносят 1-2 капли смеси, состоящей из 94 % ксилола и 6 % дибутилфосфата или трикрезилфосфата. В результате фильтр превращается в тонкую прозрачную плёнку, в которой прочно зафиксированы пылевые частицы. После высушивания препарата в течение 10 - 15 минут его можно рассматривать под микроскопом.

Просветление мембранных фильтров рекомендуется производить при помощи метилового эфира этиленгликоля.

1 - 2 капли этиленгликоля наносят на предметное стекло и размазывают так, чтобы жидкость образовала пятно, соответствующее форме приготовленного препарата. На это пятно накладывают (запыленной стороной вверх) часть мембраны, например вырезанный сектор. В течение нескольких секунд образуется ровная прозрачная плотная пленка.

При отборе пылевых проб на фильтры следует учитывать необходимость получения препаратов, удобных для счета и измерения частиц. Нельзя, чтобы частицы накладывались друг на друга. Также не рекомендуется получать слишком мало частиц в поле зрения. Продолжительность отбора проб можно ориентировочно вычислить, исходя из расхода просасываемого воздуха и рекомендуемого привеса мембранного фильтра.

Оценка размеров частиц с помощью микроскопа производится следующим образом:

- 1) замером наибольшего размера каждой частицы;
- 2) измерением каждой частицы в одном и том же направлении, т.е. определением линейной проекции частиц на некоторую общую ось;
- 3) определением «диаметра Мартина» - длины линии, ограниченной профилем контура и делящей примерно пополам площадь профиля. Линия может быть проведена в любом направлении, но должна быть идентично ориентирована при изменении всех профилей;
- 4) вычислением диаметра круга, имеющего площадь, эквивалентную проектируемой на прозрачную подложку частицы (так называемый проектируемый диаметр);
- 5) вычислением среднего размера по полусумме длины и ширины частицы.

Для достоверности получаемых результатов необходимо представительное минимальное число подсчитанных полевых частиц. Нужно измерять 300 - 500 частиц в тех случаях, когда они не резко различаются по размерам и 1000 - 2000 при значительных колебаниях.

Размеры частиц обычно выражаются в микрометрах. Один микрометр (микрон) равен  $10^{-4}$  см,  $10^{-6}$  м или  $10^4$  ангстрем.

При отборе проб осаждающейся пыли пылесборник (предметное стекло) смазывают тонким слоем вазелинового масла. Располагают подготовленные стекла на заданном расстоянии от источника на высоте 1-1,5 м от земли. Различные препятствия (деревья, стены домов) должны располагаться на расстоянии, по меньшей мере в 10 раз превышающем разность их высоты относительно прибора. Экспонирование проводят в

течение 1 - 24 часов в зависимости от мощности источника. Затем предметные стекла убирают в емкость, исключающую попадание пыли (коробку). Под экспонированием в данном случае понимают выставление предметного стекла на открытое пространство на заданном расстоянии и высоте от источника. Время экспонирования записывается в отчет.

Для определения дисперсного состава осевшей пыли на поверхности стекла выделяют квадрат размером 1x1 см и определяют размер пылевых частиц на этом участке.

Поскольку результат измерений в значительной степени зависит от случайных, неустраняемых факторов, для их обработки следует использовать статистический метод.

Кроме определения средней величины частиц осевшей пыли, распределение фракций по размерам может быть представлено в виде гистограмм и линейных диаграмм.

На рисунке В1 Приложения В изображено распределение частиц по диаметрам в виде линейной диаграммы (зависимость  $n_i$  от  $d$ ). Форма такой кривой распределения может быть легко изменена путем изменения величины интервала диаметров.

На рисунке В2 Приложения В изображено распределение частиц по диаметрам в виде гистограммы (зависимость  $n_i / \delta$  от  $d$ ). Гистограмма представляет собой совокупность смежных прямоугольников. Площадь каждого прямоугольника равна числу частиц, диаметр которых попадает в данный интервал. Графики такого типа дают наглядное представление о распределении частиц аэрозоля по размерам.

## Ход работы

Для определения численной концентрации витающей в атмосферном воздухе пыли нам необходимо:

- 1) определить цену деления окуляр-микрометра при различных увеличениях объектива и заполнить таблицу 9;
- 2) приготовить препарат для рассмотрения из запыленного фильтра. Вырезать из фильтра ножницами участок с известной площади и просветлить его толуолом;
- 3) подсчитать число частиц на вырезанном участке фильтра, определить их диаметры и заполнить таблицу 10;
- 4) провести каждый опыт (пункты 2, 3) в трех параллелях;
- 5) определить численную концентрацию витающей пыли и провести математическую обработку полученных результатов. Построить график зависимости доли фракции от размеров частиц.

Для определения дисперсного состава и расчета среднего диаметра осевшей пыли необходимо:

- 1) подготовить пробы осевшей пыли;
- 2) выделить на поверхности стекла квадрат размером 1x1 см и, используя метод микроскопирования, определить число и размер пылевых частиц на этом участке. Результаты занести в таблицу 11;
- 3) по формуле 7.1 определить средний диаметр оседающей пыли и записать в таблицу 12;
- 4) представить зависимости числа частиц от их размеров в виде линейной диаграммы и гистограммы, для этого составить таблицу 13.

## Отчет по практической работе

Отчет о выполненной работе включает в себя: исходное задание, формулы и результаты расчетов. Полученные данные оформляются в виде таблиц 9 - 13.

Таблица 9 – Цена деления окуляр-микрометра при различных увеличениях объектива.

Цена деления, мкм	× 9	× 20	× 40

Таблица 10 – Распределение частиц пыли по размерам.

Интервал диаметров d, мкм	Средняя точка d, мкм	Число частиц n, шт	Доля фракции, %
Итого частиц			100

Таблица 11 – Число и размер частиц осевшей пыли

Интервал диаметров $d$ , мкм	Число частиц $n_i$ , шт

Таблица 12 – Определение среднего диаметра осевшей пыли

Средняя точка $d_i$ , мкм	Число частиц $n_i$ , шт	$n_i \times d_i$
Всего		

Таблица 13 – Распределение частиц осевшей пыли по размерам

Интервал диаметров $d$ , мкм	Средняя точка $d_i$ , мкм	Величина интервала диаметров $\delta$ , мкм	Число частиц $n_i$ , шт	$n_i / \delta$

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Что такое численная концентрация?
- 2) Описать принцип работы с микроскопом для определения дисперсности пылегазового аэрозоля.
- 3) Как определяется цена деления окуляр-микрометра?
- 4) По каким параметрам может производиться оценка размеров частиц при рассмотрении их через микроскоп?
- 5) Как готовят препарат для рассмотрения проб пылевых частиц? Какие фильтры используют для просасывания запыленного воздуха?
- 6) Какие единицы измерения используются при оценке размеров пылинок?
- 7) Описать порядок определения численной концентрации витающей пыли в воздухе.
- 8) Что принято понимать под дисперсностью пыли?
- 9) Как определяется средний диаметр полидисперсных аэрозолей?
- 10) Как готовят пробы осевшей пыли?

### 3.4 Литература, рекомендуемая для изучения раздела

1. Коузов, П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / П.А. Коузов. – 3-е изд. перераб. – Л.: Химия, 1987. - 264 с
2. Комплексная оценка качества атмосферы промышленных городов Оренбургской области / А.А. Цыцюра, В.М. Боев, В.Ф. Куксанов, Е.А. Старокожева – Оренбург, Изд-во ОГУ, 1999. – 168 с
3. Безуглая, Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах/ Э.Ю. Безуглая – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 200 с



### Список использованных источников

- 1 **Экология:** учебник для вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 566 с.
- 2 **Экология:** учебное пособие / В.В. Денисов - М.: Р-н-Д, 2007. – 470с.
- 3 **Степановских, А.С. Прикладная экология** / А.С. Степановских - М.: ЮНИТА-ДАНА, 2006. – 462 с
- 4 **Голицын, А.Н. Основы промышленной экологии** / А.Н. Голицын – М.: Изд. Академия, 2002. - 240с.
- 5 **Чибилев, А. А. Природа Оренбургской области** [Текст]/ А. А. Чибилев ; РАН, Уральское отделение. Оренбургский фил. Русского географ. общества. – Оренбург: [Б. и.], 1995. **Ч.1** : Физико-географический и историко-географический очерк. - 128 с
- 6 **Аллен, Р. Как спасти Землю. Всемирная стратегия охраны природы**/ Р. Аллен - М.:Мысль, 1983. - 173с.
- 7 **Гладкий, Ю.Н. Дайте планете шанс!**: Кн.для учащихся / Ю.Н. Гладкий, С.Б. Лавров. –М.: Просвещение- 1995.- 207с.: ил.
- 8 **Сохраним наш мир:** учеб.пособие по экологии для шк. /под ред. А.А.Агеева - Волгоград: коопер-в «Книга», «Международный Центр просвещения «Вайланд-Волгоград» - 1994.-176с.:ил.
- 9 **Цыцура, А.А. Комплексная оценка качества атмосферы промышленных городов** / А.А. Цыцура, В.М. Боев, В.Ф. Куксанов - Оренбург, Изд-во ОГУ, 1998. – 188 с.
- 10 **Соянко, К.С. Учет экологических затрат** / К.С. Соянко - М. Финансы и статистика, 2005. – 376 с.
- 11 **Алексеев, В.А. Жизнедеятельность и биосфера** / В.А. Алексеев - М.: Логос, 2005. – 356 с.
- 12 **Лабораторный практикум по зоологии позвоночных** / под ред. В.М. Константина - М.: Высшая школа, 2001.-235с.
- 13 **Потапов, И.В. Зоология с основами экологии животных** / И.В. Потапов - М.: Высшая школа, 2000. – 351 с.
- 14 **Акимушкин, И.И. Жизнь животных** / И.И. Акимушкин - М.: Академия,1998. – 563 с.
- 15 **Снакин, А.В. Словарь – справочник: охрана окружающей среды** / А.В. Снакин – М.: Высшая школа, 2000 г. – 256 с.
- 16 **Протасов, В.Ф. Словарь экологических терминов и понятий** / В.Ф. Протасов, А.В. Молчанов – М.: Финансы и статистика, 1997г. – 160 с.
- 17 **Справочник инженера по охране окружающей среды (эколога)** – М.: Инфра-Инженерия, 2006г. – 564 с.
- 18 **Добровольский, В.В. География почв с основами почвоведения:** учебник для вузов / В.В. Добровольский - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. - 384 с.: ил.
- 19 **Добровольский, В.В. Практикум по географии почв с основами почвоведения:** учеб. пособие для вузов / В.В. Добровольский - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. - 144 с.: ил.

20 **Черкасов, Е.Ф. Радиационная гигиена: учебник для вузов /** Е.Ф.Черкасов, В.Ф.Кириллов - М.: Медицина, 1974. - 215с.

21 **Максимов, М.Т. Радиоактивные загрязнения и их измерение:** учебное пособие / М.Т. Максимов, Г.О. Оджагов - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 224с.

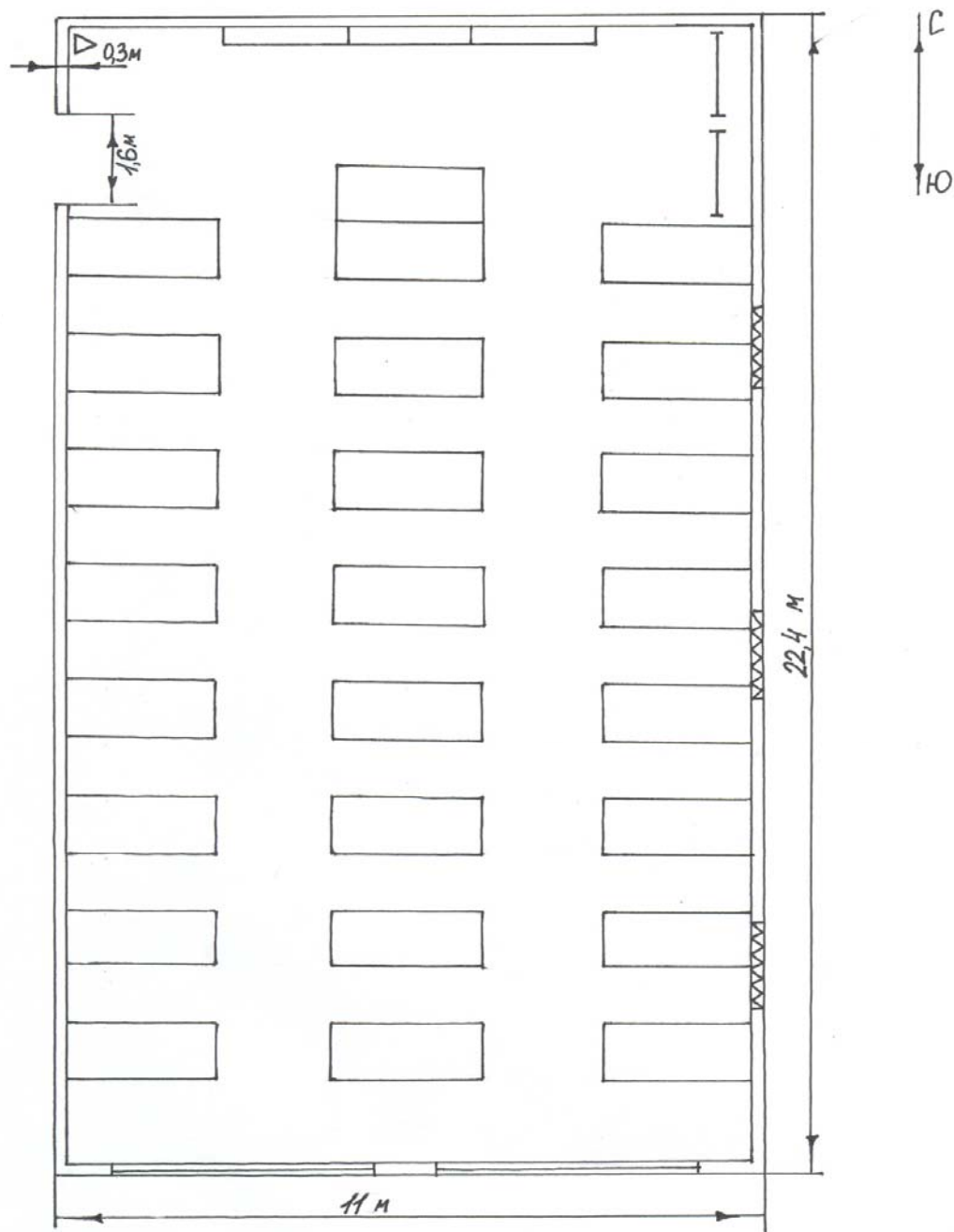
22 **Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН24э- 71** - М.: Стройиздат, 1972. – 96 с.

23 **Одум, Ю. Экология : в 2 т.: пер. с англ / Ю. Одум.** - М. : Мир, 1986 . Т 1 : . - 328 с. : ил.

**Приложение А**  
**(рекомендуемое)**  
**Пример построения схемы-чертежа аудитории**

4<sup>А</sup> 202

М 1:50



Условные обозначения

△ - урна

□ - доска

┌ - вешалка

▭ - парта

▭ - окно

▭ - батарея

**Рисунок А.1 - Образец схемы-чертежа аудитории**

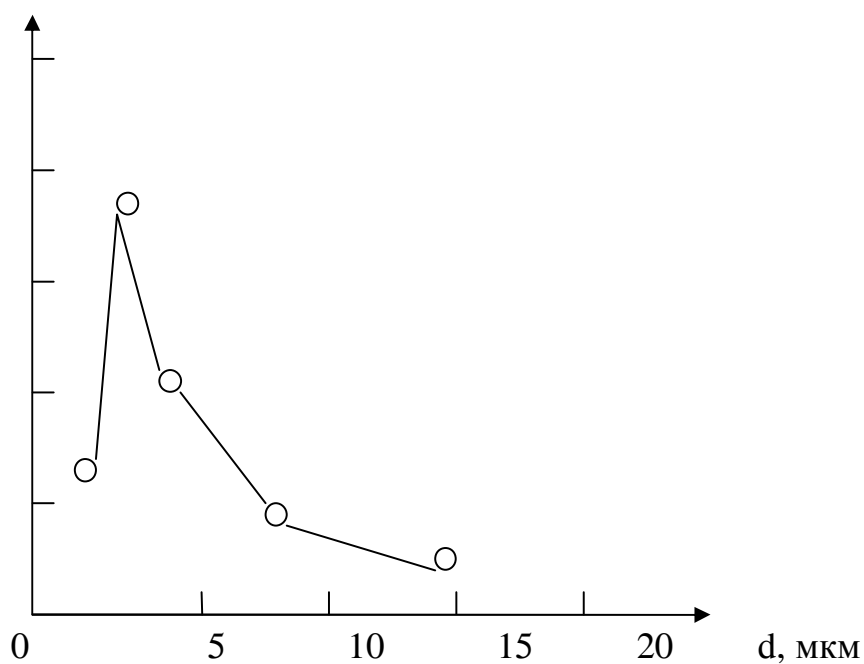
## Приложение Б (обязательное)

**Таблица Б.1 - Основные черты олиготрофных и эвтрофных водных систем.**

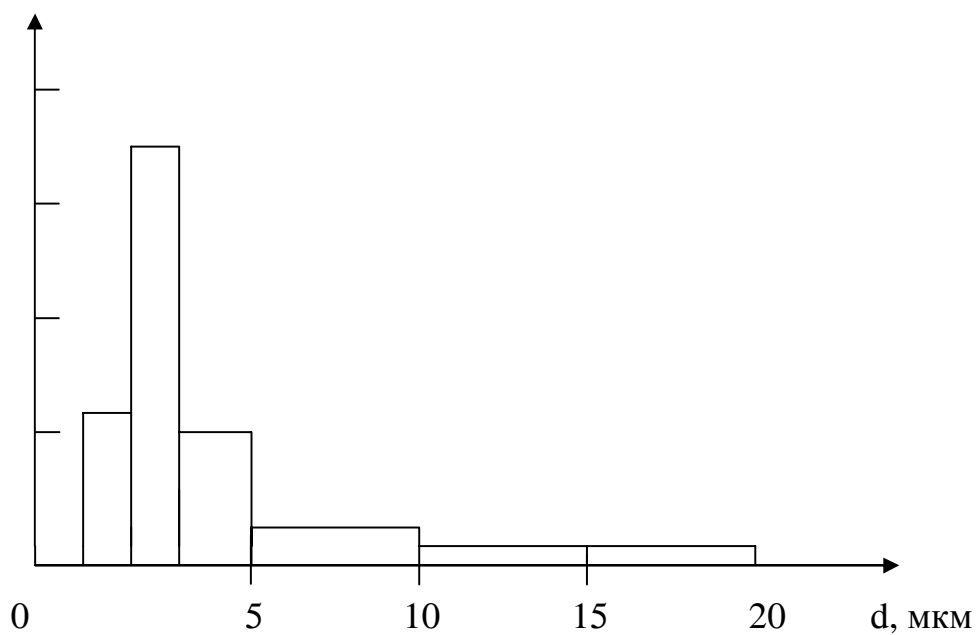
Черты	Олиготрофные	Эвтрофные
1.Глубина	Глубокие озёра	Мелкие озёра
2.Содержание O <sub>2</sub> в гипolimнионе	O <sub>2</sub> содержится	O <sub>2</sub> не содержится
3.Фитопланктон	Высокое видовое разнообразие, но небольшая численность из видов, низкая продуктивность, доминируют зеленые одноклеточные водоросли (вольвокс, хломидомонада)	Всё наоборот
4.«Цветение» фитопланктона	Наблюдается очень редко, только под воздействием жестких факторов	Наблюдается часто
5.Приток биогенных элементов	Не значительный	Значительный
6.Животная продукция	Низкая	Высокая
7.Рыбы	Преобладают ценные породы в основном проходных рыб	Доминируют «сорные» рыбы (окунь, карась, плотва, карп)

**Приложение В**  
*(рекомендуемое)*

**Пример представления данных по дисперсности пылевого  
аэрозоля**



**Рисунок В.1** – Распределение частиц аэрозоля по диаметрам в виде линейной диаграммы.



**Рисунок В.2** – Распределение частиц аэрозоля по диаметрам в виде гистограммы.

**Приложение Г**  
**(обязательное)**  
**Влияние факторов окружающей среды на здоровье населения**

Таблица Г.1 - Болезни и факторы ОС

Название систем органов	Патологии	Факторы ОС, влияющие на патологии
1.Кровеносная система	а) гипертония б) ишемическая болезнь в) порок г) склероз	1.суммарный индекс загрязнения 2.шум 3.ЭМИ 4.Н <sub>2</sub> О 5.климат 6.микроэлементы (Ca, Mg, Cu)
2.Дыхательная система	а) воспаление легких б) бронхит в) туберкулез г) грипп	1.загрязнение атмосферы: С и S 2.климат 3.социальные условия
3.Пищеварительная система	а) гастрит б) колит в) язва г) энтерит д) гепатит	1.загрязнение Н <sub>2</sub> О и продуктов питания ядохимикатами 2.микроэлементы 3.социальные условия
4.Эндокринная система	а) панкреатит б) «бронзовая» в) эндемический зоб г) базедова болезнь д) кретинизм е) сахарный диабет	1.шум 2.СО <sub>2</sub> 3.микроэлементы 4.инсоляция (освещенность) 5. ЭМИ
5.Онкология		1.концерогенны 2.нитраты 3.микроэлементы
6.Аллергическая система		1.загрязнение воды 2. социальные условия 3.пестициды

## Приложение Д (обязательное)

### *Нормативы содержания нитратов в окружающей среде*

Таблица Д.1 - Справочные данные о дозах нитратов в окружающей среде и их влияния на человеческий организм

Наименование	Содержание
Допустимое суточное потребление нитратов	5 мг/кг
Предельно допустимая доза нитратов	500 мг в день
Предельно допустимая концентрация нитратов в воде	45 мг/л (при среднем количестве потребляемой воды - 2 л в сутки)
Оптимальная (не токсичная) доза нитратов в день для человека	150-200 мг
Токсичная доза нитратов для взрослых	600 мг в день
Токсичная доза нитратов для грудных детей	10 мг в день
Смертельная доза нитратов для взрослого человека	8-15г

Таблица Д.2 - Допустимые санитарно-гигиенические нормы содержания нитратов в продуктах растениеводства.

Продукт растениеводства	Содержание нитратов
Картофель	250 мг/кг
Капуста	900 (500*) мг/кг
Морковь	400 (250*) мг/кг
Редька	1200 мг/кг
Томаты	300 (150*) мг/кг
Лук репчатый	80 мг/кг
Лук-перо	800 (600*) мг/кг
Огурцы	400 (150*) мг/кг
Арбузы	60 мг/кг
Дыни	90 мг/кг
Перец сладкий	200 мг/кг
Кабачки	400 мг/кг
Виноград	60 мг/кг
Яблоки, груши	60 мг/кг
Зеленные культуры	2000/3000 мг/кг