

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

**Л.Н. Коробова**

**Экология**

Учебное пособие для лабораторно-практических занятий  
бакалавров

Новосибирск, 2015

УДК 574 (075.8)

Коробова Л.Н. Экология: Учебное пособие для лабораторно-практических занятий бакалавров / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2015. – с. 70.

Рецензент: к. с.-х. наук, доц. И.С. Ломако

Учебное пособие предназначено для бакалавров направлений подготовки 35.03.04 «Агрономия», 35.03.01 «Лесное дело», 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» и 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Содержит лабораторно-практические занятия по основным разделам курса «Экология»: факториальной экологии, экологии сообществ, экологии агроэкосистем и природных экосистем, оценке экологического состояния окружающей среды, техногенной и природоохранной ситуации в области, а также экологии человека.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 9 от 14 октября 2015 г.)

Коробова Л.Н., 2015  
Новосибирский ГАУ, 2015

## Введение

Экология – наука о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей средой. Это определение в 1866 году ввел основоположник экологии Эрнст Геккель. В настоящий момент экология является обширной областью знания, включающей целый ряд направлений: экологию организмов (аутэкологию), экологию популяций (демэкологию), экологию сообществ (синэкологию), биогеоценологию, учение о Биосфере, глобальную экологию, промышленную, сельскохозяйственную, химическую экологию, охрану окружающей среды и др.

Начиная с 70-х годов 20 века роль антропогенного фактора в биосферных процессах стремительно возросла, что привело к экологическим проблемам глобального, планетарного масштаба: парниковому эффекту, кислотным дождям, появлению озоновых дыр в стратосфере. В городских агломерациях из-за перегруженности автотранспортом и предприятиями промышленности значительно выросло загрязнение воздуха и воды. В сельской местности ухудшилось состояние почв и качество сельскохозяйственной продукции. В связи с этим общество осознало необходимость снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду и выработки качественно новых подходов в сфере экологии. Необходимостью усилить внимание к экологическим вопросам в нашей стране вызвано и изучение курса «Экологии».

Студенты, обучающиеся в вузах, должны приобрести определенную сумму экологических знаний и овладеть навыками экспериментальной работы и логического мышления. Настоящее учебное пособие позволит им полнее осознать последствия антропогенного вмешательства в природу, усилить у обучающихся исследовательские элементы и выработать навыки практической экологической деятельности и рационального природопользования.

## Тема: Экология особей, популяций и сообществ

Среда обитания – это часть природы, окружающая живые организмы. Условия существования – это совокупность необходимых для организма элементов среды, без которых он существовать не может. Приспособления организмов к среде носят название адаптаций. Способность к адаптациям – одно из основных свойств жизни вообще, обеспечивающая возможность ее существования. Существуют различные виды адаптаций: биохимические, морфологические, физиологические и поведенческие.

Отдельные свойства или элементы среды, воздействующие на организмы, называются экологическими факторами. Классически они подразделяется на 3 большие группы: абиотические, биотические и антропогенные. Абиотические факторы – это условия неживой природы. Биотические факторы – влияние одних живых организмов на другие. Антропогенные факторы – все формы воздействия человека на организм или условия его обитания. Каждый экологический фактор характеризуется силой и диапазоном действия.

Свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды обозначается понятием экологическая пластичность вида. Если вид может существовать в широком диапазоне значений экологического фактора, то у него широкая экологическая пластичность. Такой вид называют эврибионтным или широко специализированным. Если вид существует в суженном диапазоне значений экологического фактора, то это стенобионтный вид с невысокой экологической пластичностью или узкой специализацией.

Факторы среды по своему значению неравноценны для организмов.

### Занятие 1. Адаптации растений к среде обитания

**Цель:** познакомиться с основными экологическими факторами, регулирующими продуктивность и плодовитость растений, и адаптациями к ним растительных организмов.

У растений к главным факторам среды относятся климатические факторы (свет, влажность и температура) и факторы, способствующие опылению.

Свет. К характеристикам светового потока, влияющим на организмы, относятся количество, качество (длины волн) и интенсивность света.

Количество света, падающего в определенный день года на квадратный метр земной поверхности, в конкретной местности есть величина постоянная. Она зависит от угла наклона земной поверхности к солнцу и обозначается как длина дня. Растения адаптируются к длине дня, выстраивая жизненный цикл так, чтобы размножение приходилось на оптимальные условия влажности и температуры. Выделяют растения короткого, длинного дня, и очень небольшой ряд растений нейтрального дня. Например, аборигенные растения северных зон и средней полосы цветут летом и относятся к растениям длинного дня.

По отношению к интенсивности света у растений выделяют 3 стеногелиофитные группы: светлюбивые, тенелюбивые и теневыносливые виды. Светлюбивые растения (гелиофиты) обитают на открытых местах с хорошей освещенностью. Это растения верхнего яруса. Листья травяных гелиофитов имеют небольшие листовые пластинки, которые в полуденные часы нередко «отворачиваются» от избыточного света.

Тенелюбивые растения (сциофиты) не выносят сильного освещения. Их листья имеют темно-зеленое окрашивание. Теневыносливые растения (факкультативные гелиофиты) легко переносят незначительное затенение. У теневыносливых растений, растущих при ослабленном свете, листья рассечены и направлены таким образом, чтобы получить максимальное количество падающей радиации: мелкие листья располагаются между крупными в виде «листовой мозаики». На стебле можно одновременно наблюдать рассечение верхних листьев и целостность листовых пластинок снизу.

Влажность. В жизни организмов вода выступает как наиважнейший экологический фактор. По отношению к влажности различают эвригигробионтные и стеногигробионтные организмы. Для последних должна быть строго определенная влажность: высокая, средняя или низкая. Стеногигробионтные растения по потребностям в воде объединяются в 4 экологические группы: гидрофиты, гигрофиты, мезофиты и ксерофиты.

Гидрофиты – водные растения, у которых часто бывает 2 формы листьев: подводные и надводные. Подводные – лентовидные или сильно рассеченные, без черешков и устьиц. Надводные листья, наоборот, с черешком и широкой пластинкой; на верхнем эпидермисе ее расположено много устьиц.

Гигрофиты – это растения, обитающие во влажных местах. Не переносят водного дефицита и имеют, как правило, крупные, тонкие листовые пластинки без кутикулы. У них развита воздухоносная ткань, устьица большей частью широко открыты и транспирация мало отличается от физического испарения. Корни толстые, слабо разветвленные. Корневые волоски отсутствуют.

Мезофиты – растения умеренно увлажненных местообитаний с хорошо выраженной регуляцией устьичной транспирации. Имеют развитую корневую систему с многочисленными корневыми волосками. Листья по размеру большие или средние, мягкие, не толстые. Один и тот же мезофильный вид, попадая в разные по влаге условия, обнаруживает пластичность: во влажных условиях приобретает гигроморфные черты, в сухих – ксероморфные.

Ксерофиты – это растения сухих местообитаний. Они адаптированы к преодолению засухи: одни приобрели способность противостоять иссушению тканей, другие – активно регулировать свой водный баланс, третьи – выносить сильное иссушение. К морфологическим признакам ксерофитизма можно отнести: глубокое проникновение в почву корневой системы, разветвление неглубокой корневой системы, мелкие и узкие листовые пластинки, густое опу-

шение и восковой налет на них, глубокое погружение устьиц в ткань листа, расположение их с нижней части листьев, развитую механическую ткань, которая придает кажущуюся сухость и деревянистость стеблям и др.

Внутри ксерофитов выделяют 2 группы с крайними признаками. Это группа склерофитов с ярко выраженными ксероморфизмом листьев, постоянно извлекающая влагу из глубины и испаряющая ее. Другая группа – суккуленты, запасаящая влагу в листьях или стеблях, покрытых толстым слоем кутикулы или воскового налета, и медленно ее расходующая.

Температура. Тепловой режим – важнейшее условие существования организмов, так как физиологические процессы протекают при определенных температурных условиях. В зависимости от интервала температуры, в которой виды могут существовать, они делятся на эвритермные и стенотермные. Эвритермные выдерживают широкие колебания температуры, стенотермные живут в узких ее пределах: криофилы – при низких температурах, термофилы – при высоких, мезофиллы – в среднем диапазоне  $t^{\circ}$ . Температура, наиболее благоприятная для жизнедеятельности, называется оптимальной.

Морфологические адаптации к  $t^{\circ}$  у растений проявляются в формировании определенной жизненной формы (многолетние или однолетние травы, полукустарнички, кустарники, деревья и др., имеющие почки возобновления на разной высоте) и в форме кроны. Например, там, где тепла мало, много растений подушковидных, с прикорневыми розетками листьев, стелющихся. Это позволяет растениям улавливать солнечные лучи и использовать тепло почвы. Растения могут избегать воздействия холода и жары, временно сбрасывая листья или редуцируя вегетативное тело до подземных органов.

Для некоторых растений характерны сильная глянецовость поверхности, обеспечивающая отражение лучей, способность путем выпота солей образовывать на надземных органах наросты кристаллов, которые преломляют и рассеивают горячие лучи солнца.

Биохимическая адаптация живых организмов к  $t^{\circ}$  проявляется в изменении физико-химического состояния веществ клетки. Например, при приближении низких  $t^{\circ}$  в клетках растений повышается концентрация растворов и свободная вода связывается в коллоиды. Такую форму воды трудно заморозить. Важным приспособлением к низким  $t^{\circ}$  является отложение в клетке запасных питательных веществ в виде жира, гликогена и др. Они вытесняют воду из вакуоли и этим предохраняют растительную клетку от замерзания.

Приспособленность растений к опылению. У растений существует перекрестное опыление и самоопыление. Перекрестным агентом опыления растений может быть, как фактор неживой природы (ветер или вода), так и биотический фактор.

Растения, опыляющиеся при помощи ветра (анемофилии), имеют многочисленные мелкие цветки в соцветиях, легко раскачиваемых ветром и рассеивающих пыльцу на большие расстояния. Сами цветки с невзрачным чашечковидным около-

цветником, без аромата, с сухой и легкой пыльцой. Некоторые ветроопыляемые растения могут цвести до появления листьев. Растения, опыляющиеся при помощи насекомых (энтомофилии), имеют крупные цветки и заметные соцветия. Для цветков характерны окраска околоцветника, нектар и специфический запах, что способствует привлечению насекомых. В цветках много тычинок с шершавой и липкой пыльцой.

Опыление при помощи воды (гидрофилия) есть только у почти полностью погруженных в воду обитателей водных местообитаний. Опыление при помощи птиц (орнитофилия) отмечается у ряда тропических растений. Цветки их ярко окрашены и выделяют обильный калорийный нектар, которым питаются маленькие птички.

**Материалы:** гербарные образцы двух близких по таксономической принадлежности растений из различных местообитаний.

#### **Задания:**

1. Описать морфологическое строение одного из растений.
2. На основании задания 1 и описания на с. 5-6 выявить адаптации растения к среде и определить характер его местообитания.
3. Сравнить местообитания предложенных для исследования растений по относительной обеспеченности экологическими факторами.

#### **Описание заданий**

**Задание 1.** Описать растение по следующему плану:

- тип корневой системы (стержневая, мочковатая, смешанная);
- тип стебля (прямостоячий, приподнимающийся, стелющийся, лазающий, вьющийся, ползучий, укороченный и т.п.)
- форма стебля (округлая, цилиндрическая, трехгранная, четырехгранная, многогранная, ребристая, бороздчатая, крылатая);
- стебель гладкий, опушенный, с колючками;
- лист простой (одна листовая пластинка) или сложный (несколько четко обособленных листовых пластинок, каждая из которых имеет сочленение черешка листочка с общим черенком);
- лист по форме листовой пластинки (округлый, овальный, продолговатый, ланцетовидный, линейный, игольчатый, мечевидный и т.п.);
- лист по форме основания листовой пластинки (влагалищный, сердцевидный, округлый, клиновидный, стреловидный, копьевидный, почковидный);
- лист по форме верхушки (тупой, острый, заостренный, выемчатый и т.д.);
- лист по форме края (цельнокрайный, зубчатый, пильчатый, извилистый, выемчатый и т.п.);
- видоизменение побега (корневища, стеблевые клубни, луковицы, клубне-луковицы, усы, колючки);
- тип соцветия - простые (колос, сережка, початок, кисть, щиток, зонтик, головка, корзинка) или сложные (метелка, сложный колос, сложный щиток и др.).

**Задание 2.** На основании морфологического строения подземных и надземных органов растения определить его потребности во влаге и количестве света. По строению репродуктивных органов определить способ опыления растения. Сделать вывод о местообитании изучаемого объекта: участок с умеренным увлажнением, сухой, влажный, открытый, с достаточно сильным ветром и т.п.

**Задание 3.** Сравнить местообитания анализируемых растений по относительной обеспеченности важными для продукционного процесса экологическими факторами, заполнив таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительная обеспеченность растений экофакторами

| Экологический фактор                 | Растение 1<br>(указать латинское название) | Растение 2<br>(указать латинское название) | Показатель, измерение которого доказывает правильность сравнения* |
|--------------------------------------|--|--|---|
| 1. Свет (больше, меньше)             |  |  |   |
| 2. Влага (больше, меньше)            |  |  |   |
| 3. Элементы питания (больше, меньше) |  |  |   |
| 4. Способ и агент опыления           |  |  |   |

\*Пример заполнения колонки 4: если анализировать сравнительную обеспеченность ветром у растений с анемофилией, то доказать правомочность вывода можно по показателю «рыхлость соцветия». Рыхлость и плотность соцветия характеризуются измерением его ширины.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое среда обитания?
2. Что такое экологический фактор?
3. Какой экологический фактор называется лимитирующим?
4. Какие Вы знаете морфологические адаптации растений к свету?
5. Назовите морфологические адаптации наземных растений к влажности среды.
6. Назовите черты приспособленности растений к способам и агентам опыления
7. О чем свидетельствуют морфологические особенности предложенного Вам объекта?

### **Занятие 2. Адаптации организма человека к действию температуры**

**Цель:** познакомиться с температурными эффектами, негативно влияющими на состояние здоровья; определить адаптивные возможности организма человека к низким и высоким температурам.



Гомойотермные (теплокровные) животные и человек имеют собственные механизмы поддержания постоянной температуры тела, которые носят название терморегуляции. Терморегуляция – это совокупность физиологических и биохимических процессов, направленных на обеспечение теплообмена между организмом и внешней средой и сохранение постоянства температуры тела (у человека – в пределах 36-37°C). Терморегуляция обеспечивает нормальное протекание в организме метаболических процессов, осуществляется физиологическими механизмами и находится под контролем центральной нервной системы (ЦНС).

Организм человека – открытая система и обменивается энергией с окружающей средой (ОС) за счет: 1. излучения телом инфракрасных лучей в сторону предметов с более низкой температурой (радиации), 2. нагрева воздуха, омывающего тело (конвекции), 3. испарения влаги с поверхности тела (пот), легких и слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

При нормальных условиях и при слабом движении воздуха человек в состоянии покоя с 1 г тела теряет 2,5 кДж или 0,6 ккал энергии. В результате радиации происходит 45% потерь энергии, вследствие конвекции – 30%, испарения – 25%. При этом 80% тепла отдается через кожу, 15% через органы дыхания, 5% расходуется на согревание принимаемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха. При температуре окружающей среды меньшей, чем температура тела, теплоотдача осуществляется за счет радиации и конвекции, при температуре ОС большей, чем температура тела – за счет выделения пота.

*При низких температурах* в организме человека обмен веществ повышается и образуется больше тепла. Это происходит за счет усиления функций центральной и вегетативной нервной системы и деятельности желез внутренней секреции. Одновременно на поверхности тела сужаются сосуды, и снижается потоотделение.

При недостаточности этой реакции и переохлаждении организма наступает истощение системы, ответственной за адаптацию: развивается торможение ЦНС, понижается обмен веществ. Холод повышает тонус гладких мышц стенок кровеносных сосудов, что приводит к их сужению и снижению кровотока вначале в капиллярах, а затем в крупных сосудах. Дальнейшее снижение температуры приведет к сгущению крови в сосудах охлажденной ткани и образованию тромбов. Жизнедеятельность организма человека страдает уже при снижении температуры тела до 33-34°C, а при 22-25°C наблюдаются необратимые нарушения.

*Перегрев* тоже значительно влияет на организм. Могут наступить тепловой и солнечный удар, тепловой обморок, тепловые судороги, истощение вследствие обезвоживания или вследствие потери солей из организма, тепловое утомление, тепловой отек и др. Тепловой удар возникает вследствие острой недостаточности терморегуляторных реакций организма. Это заболе-

вание возникает при напряженной мышечной работе в условиях жары (чаще у молодых здоровых людей) и имеет 20-25% летальных исходов. Тепловой обморок возникает у людей, плохо адаптированных к жаркому климату. Его связывают с расстройством сердечно-сосудистой системы. Тепловые судороги чаще наблюдаются при тяжелой мышечной работе и усиленном потоотделении, сопровождаемых обильным питьем подсоленной воды.

Тепловое утомление встречается у людей, в течение нескольких месяцев живущих в помещениях с неблагоприятным микроклиматом. Проявляется медлительностью в работе, раздражительностью, утомляемостью, снижением внимания и памяти. Тепловой отек – это умеренно выраженное, но длительное нарушение водно-солевого обмена в организме. Обычно от жары «отекают» голени, лодыжки, стопы.

#### Диагностические признаки хронического перегрева

Вегетососудистая дистония перманентного течения сопровождается головной болью, раздражительностью, вялостью, потливостью, снижением аппетита, болями в области сердца, не связанным с физической нагрузкой, нарушением сна, головокружением, чувством нехватки воздуха, сердцебиением в покое, судорогами мышц после работы, шаткой походкой. Объективно отмечаются колебания сердечного ритма, склонность к тахикардии, повышение артериального давления. Наблюдается дрожание сомкнутых век, эмоциональная лабильность и др.

Вегетососудистая дистония пароксизмального течения – это приступы, впервые возникающие во время работы или в первые часы после нее. Наблюдается общая резкая слабость, ноющие или сжимающие боли в области сердца или неприятные ощущения «в сердце», усиливающиеся при эмоциональном или физическом напряжении, возникает чувство тревоги, беспокойство, страх смерти. Головная боль сопровождается тошнотой. Отмечаются головокружение, неустойчивость равновесия, иногда кризовые состояния.

Под воздействием высокой температуры изменяется вязкость крови, содержание холестерина в крови и артериальное давление.

Артериальное давление – это давление крови в артериях организма. Оно колеблется в зависимости от фаз сердечного цикла. В период систолы давление максимальное, в период диастолы минимальное.

#### Стадии адаптации организма к высокой температуре

1. Аварийная стадия неустойчивой адаптации. Стресс-реакция, приводящая к увеличению теплопродукции за счет возрастания частоты сердечного ритма и сердечного выброса. Увеличивается объем циркулирующей крови.
2. Переходная стадия адаптации. Снижение интенсивности стресс-реакции. Активизируется синтез нуклеиновых кислот и белков. Уменьшается двигательная активность, ограничивается количество потребляемой пищи, снижа-

ется нагрузка на органы пищеварения и их масса постепенно снижается. В конечном итоге все это способствует уменьшению теплопродукции.

3. *Стадия устойчивой долговременной адаптации.* Стадия формируется в естественных условиях жизни, когда имеется возможность избежать непрерывного действия высокой температуры. Сопровождается включением испарительной теплоотдачи. Перестраиваются внутренние органы, в связи с этим перераспределение кровотока не сопровождается ростом теплопродукции. У большинства жителей жарких стран именно такая стадия адаптации к  $t^{\circ}$ .

4. *Стадия истощения и патологического доминирования системы, обеспечивающей поддержание температурного гомеостаза.* Такое состояние развивается при длительном непрерывном и чрезмерно интенсивном действии высокой температуры. В связи с тратами воды из организма состояние отягчается потерей воды, солей, витаминов, ферментов и других необходимых веществ. Восполнение их затруднено в связи с угнетением аппетита.

При длительной работе в жарком микроклимате наиболее выраженные реакции отмечаются со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем и электролитного обмена. Процесс адаптации к такому микроклимату сложен и длителен (может длиться более 3-5 лет).

**Материалы:** тонометр с функцией измерения пульса, ртутный термометр, бесконтактный инфракрасный термометр, песочные часы, сосуды для воды и льда, электрочайник, вода водопроводная, лед, одноразовые полотенца, 70% спирт для дезинфекции термометров.

#### **Задания:**

1. Исследовать физиологические механизмы адаптации организма к низким температурам ОС.
2. Изучить физиологические механизмы адаптации организма к повышенным температурам ОС.
3. Сравнить адаптационные возможности к сохранению постоянной температуры тела у студентов из разных климатических зон.

#### **Описание заданий**

**Задание 1.** Исследовать физиологические механизмы адаптации организма к низким температурам

Исследования проводят с помощью простой пробы – опускания руки в воду со льдом. Проба позволяет измерить и сравнить адаптивную реакцию разных людей на интенсивное холодовое раздражение. Для этого нужно:

1. Выбрать из числа студентов по 3 испытуемых, проживающих в разных климатических (или материальных) условиях. Исследования провести с каждым испытуемым последовательно.
2. Усадить одного испытуемого на стул и измерить тонометром исходное давление и частоту пульса. Через минуту измерить их вновь и повторять из-

мерения до тех пор, пока показания не станут стабильными. Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты измерений холодовой реакции организма

| Показатели                         | Время,<br>мин. | Частота<br>пульса,<br>ударов/ мин. | Артериальное<br>давление,<br>мм рт. ст. | Субъективные<br>ощущения |
|------------------------------------|----------------|------------------------------------|---|--------------------------|
| 1 испытуемый                       |                |                                    |   |                          |
| Исходное измерение                 | 1              |                                    |   |                          |
|                                    | 2              |                                    |   |                          |
|                                    | 3              |                                    |   |                          |
| После пребывания<br>в ледяной воде | 1              |                                    |   |                          |
|                                    | 2              |                                    |   |                          |
|                                    | 3              |                                    |   |                          |
| 2 испытуемый                       |                |                                    |   |                          |
| Исходное измерение                 | 1              |                                    |   |                          |
|                                    | 2              |                                    |   |                          |
|                                    | 3              |                                    |   |                          |
|                                    |                |                                    |   |                          |

3. Кисть руки испытуемого погрузить в холодную воду с температурой 0°C на 1 минуту. Через 60 с. после этого измерить давление и частоту пульса. Далее измерения делать через каждую минуту до тех пор, пока эти показатели не придут к исходному уровню. Одновременно отметить цвет рук и лица испытуемого. Со слов испытуемого записать ощущения в момент испытания. Результаты занести в таблицу 1.

*Задание 2.* Изучить физиологические механизмы адаптации организма к повышенным температурам ОС.

В эксперименте выявляют реакцию центра терморегуляции и вегетативной нервной системы на интенсивное тепловое раздражение одной руки. При этом для поддержания постоянства внутренней температуры тела должна увеличиться теплоотдача. Необходимые для этого приспособительные реакции системы кровообращения оценивают, измеряя частоту сокращений сердца, кровотоков в руке, температуру тела и кожи, а также наблюдая за потоотделением и окраской кожи. Для этого следует:

1. Выбрать из числа студентов по 3 испытуемых, проживающих в разных климатических (или материальных) условиях. Исследования проводить с каждым испытуемым последовательно.

2. У испытуемого в состоянии покоя в течение нескольких минут измерить исходное давление и пульс, пока показатели не станут стабильными. Результаты записать в таблицу 3.

3. Затем кисть руки испытуемого погрузить в горячую воду с  $t=50-60^{\circ}\text{C}$ . Через 1 минуту после этого измерить давление и частоту пульса. Результаты

измерения записать в таблицу 3. Измерения делать до тех пор, пока показатели не вернутся к исходному уровню. Отметить субъективные ощущения испытуемого.

Таблица 3 – Результаты измерений реакции организма на повышение температуры

| Показатели                      | Время, мин. | Частота пульса, ударов / мин. | Артериальное давление, мм рт. ст. | Температура кожи, °С | Температура тела, °С | Субъективные ощущения |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 испытуемый                    |             |                               |                                   |                      |                      |                       |
| Исходное измерение              | 1           |                               |                                   |                      |                      |                       |
|                                 | 2           |                               |                                   |                      |                      |                       |
|                                 | 3           |                               |                                   |                      |                      |                       |
| После пребывания в горячей воде | 1           |                               |                                   |                      |                      |                       |
|                                 | 2           |                               |                                   |                      |                      |                       |
|                                 | 3           |                               |                                   |                      |                      |                       |
|                                 | 4           |                               |                                   |                      |                      |                       |
| 1 испытуемый                    |             |                               |                                   |                      |                      |                       |

4. Температуру кожи следует измерять инфракрасным бесконтактным термометром в течение всего эксперимента. Для этого на лбу, на тыльной стороне руки и на кончике пальца испытуемого нарисовать чернилами по кружку. Температуру в кружках нужно измерять через каждые 3 минуты.

5. Температуру тела следует измерять в полости рта при помощи медицинского термометра через каждые 2 минуты.

6. Наблюдая за кожей лица испытуемого, отметить момент начала и окончания потоотделения. Отметить также изменения цвета кожи рук и лица испытуемого.

*Задание 3.* Сравнить адаптационные возможности к сохранению постоянства температуры тела у студентов из разных климатических зон.

1. Построить 2 графика по всем полученным результатам.

2. Сравнить результаты у 2 групп студентов, привыкших к холодному и теплему климату (разному материальному достатку). Отметить, какой процент из них показывает меньшую реакцию на холод и испытывает меньшую боль.

3. Сделать выводы о влиянии климата (материальной обеспеченности) на диапазон адаптивных возможностей.

### ***Контрольные вопросы***

1. Дайте понятие терморегуляции.

2. За счет чего происходит отдача тепла организмом?

3. Каким образом организм снижает потери тепла?

4. Назовите заболевания, вызываемые хроническим перегревом. Каковы признаки перегрева?
5. Какие стадии адаптации проходит организм при переезде в районы с жарким климатом?

### **Тема: Экология сообществ**

#### **Занятие 3. Межвидовые отношения в биоценозе**

**Цель:** Изучить основные типы межвидовых отношений, научиться выявлять их в агроценозах и рекомендовать для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Положение вида, которое он занимает в биоценозе, комплекс его биоценологических связей и требований к абиотическим и биотическим факторам среды называют экологической нишей вида. Межвидовые отношения в биоценозе по тому значению, какое они имеют для захвата видом определенной экологической ниши, подразделяют на 4 типа:

- 1) трофические, 2) топические, 3) форические, 4) фабрические.

*Трофические связи* – возникают, когда один вид питается другим (живыми особями, их мертвыми остатками или продуктами жизнедеятельности).

*Топические связи* – любое, физическое или химическое, изменение условий обитания одного вида в результате жизнедеятельности другого.

*Форические связи* – участие одного вида в распространении другого. Например, перенос животными семян растений или мелких животных.

*Фабрические связи* – тип отношений, в которые вступает вид, использующий для своих сооружений (фабрикации) продукты выделения, мертвые остатки или живых особей другого вида. Например, использование птицами травы, листьев, ветвей, перьев других птиц и т.п. для постройки гнезд.

По типу коакций (взаимодействий) отношения обозначают как:

1. *Нейтрализм* – форма биотических отношений, при которой сожительство двух видов на территории не влечет для них никаких последствий.

2. *Аменсализм* – форма биотических отношений, при которой один вид подавляет другого, а сам не испытывает ответного влияния.

3. *Комменсализм* – тип отношений, при котором популяция одного вида получает выгоды от взаимодействия с другим видом, для которого это взаимодействие безразлично.

4. *Конкуренция* – взаимоотношение, возникающее между видами со сходными экологическими потребностями. При этом присутствие одного вида уменьшает ресурсы местообитания для другого.

5. *Хищничество* – форма прямой пищевой связи между видами. Обычно хищниками называют животных, питающихся другими животными, которых они ловят и умерщвляют.

6. *Паразитизм* – форма связей между видами, при которой организм – потребитель использует живого хозяина как источник пищи и как место постоянного или временного обитания.

7. *Протокооперация* – взаимодействие между популяциями, которое выгодно для обоих партнеров, но не является облигатным.

8. *Мутуализм* – желательное взаимовыгодное отношение видов.

9. *Симбиоз* – сожительство видов, при котором присутствие партнера является обязательным условием жизни каждого из них (например, лишайники, микориза, клубеньки бобовых растений и пр.).

### **Задания:**

1. Определить тип межвидовых отношений в приведенном списке.
2. Составить таблицу с характеристикой межвидовых коакций.
3. Проиллюстрировать типы коакций примерами из агроценозов.
4. Выбрать и описать, как межвидовые связи в агроэкосистеме могут способствовать повышению продуктивности основных культур.
5. Построить схему, характеризующую круговорот биогенных элементов в экосистеме, из предложенных терминов.

### **Описание заданий**

*Задание 1.* Определить тип межвидовых отношений в приведенном списке:

1. Колорадский жук и картофель. 2. Медуза и мальки рыб. 3. Клубеньковые бактерии и корни растений семейства бобовых. 4. Гриб и водоросль в слоевище лишайника. 5. Львы и гиены. 6. Бычий цепень и корова. 7. Рысь и волк. 8. Собака и лопух. 9. Заяц и волк. 10. Грач и ветка березы. 11. Яблоня и пчелы. 12. Корни березы и подберезовик. 13. Рослянка и насекомое. 14. Фасоль и яровая пшеница. 15. Человек и липучка обыкновенная. 16. Паук и муха. 17. Картофель и нут. 18. Божья коровка и тля. 19. Акула и рыбы-прилипалы. 20. Заяц и блоха.

*Задания 2 и 3.* Составить таблицу 4 с характеристикой межвидовых коакций, используя пример паразитизма в 1 строке. Проиллюстрировать типы коакций примерами из ценозов овощных, ягодных или плодовых культур.

Таблица 4 – Характеристика межвидовых отношений между видами А и Б

| Тип коакции  | Названия видов и их взаимовлияние* |                 | Результат взаимодействия                   | Пример в агроценозе |
|--------------|------------------------------------|-----------------|--|---------------------|
|              | влияние на А                       | влияние на Б    |  |                     |
| 1.Паразитизм | А – паразит<br>+                   | Б – хозяин<br>- | А получает питание и убежище, Б угнетается | Тля и смородина     |
|              |                                    |                 |  |                     |

\* – положительное влияние обозначайте «+»; отрицательное «-»; отсутствие влияния «0».

**Задание 4.** Выбрать и описать, как межвидовые связи в агроэкосистеме могут способствовать повышению продуктивности основных культур.

Рассмотрите все 9 типов коакций в аспекте природосообразной деятельности человека.

Пример: если оставлять в агроценозах с кормовыми культурами резерваты естественной растительности, то это будет способствовать размножению шмелей. Это, в свою очередь, позволит повысить семенную продуктивность клевера (симбиоз шмель-опылитель и клевер).

**Задание 5.** Построить схему, характеризующую круговорот биогенных элементов в экосистеме, используя термины: автотрофы, гетеротрофы, фототрофы, хемотрофы, консументы, редуценты, продуценты, детритофаги. Термины нужно выбрать, основываясь на их значении, и выстроить в схему так, чтобы получился замкнутый круг, характеризующий биологический круговорот веществ в экосистеме.

### **Тема: Экологические системы**

Под термином "экосистема" понимают комплекс, образованный живыми организмами (биоценоз) и средой их обитания, связанных между собой обменом веществ и энергией. Экосистема – понятие очень широкое и применимое как к естественным, так и к искусственным комплексам (аквариум).

Для обозначения мелкой природной экосистемы экологи используют термин «биогеоценоз», для самой большой «биосфера». Биогеоценоз – это исторически сложившаяся совокупность живых организмов (биоценоз) и абиотической среды обитания вместе с занимаемым ими участком земной поверхности (биотопом). Биоценоз – совокупность живых организмов (фитоценоз, зооценоз, микробоценоз), населяющих относительно однородное жизненное пространство (биотоп). Граница биогеоценоза устанавливается по границе растительного сообщества, т.е. фитоценоза.

Крупные наземные экосистемы называют биомами. Биом – это группа экосистем со сходным типом растительности, определяемым климатическими условиями (тундра, степь и др.), т.е. находящимися в пределах одной природно-климатической зоны. Употреблением термина «биом» подчеркивают структуру и функционирование сообщества живых организмов в данной зоне. Для каждого биома характерна определенная жизненная форма растительности (например, широколиственные или хвойные деревья, многолетние травы, суккуленты, лианы и др.). Жизненная форма растения – это адаптация к климату. Наземные биомы выделены по чертам естественной растительности.

Основные биомы земного шара:

1. Тундра.



2. Бореальные леса (тайга).
3. Листопадный лес умеренной зоны.
4. Степь умеренной зоны.
5. Чапараль – районы с дождливой зимой и засушливым летом.
6. Пустыня.
7. Тропический дождевой лес.
8. Тропический листопадный лес.
9. Тропическая степь и саванна.

От экватора к полюсам наблюдается определенная симметрия в распределении биомов двух полушарий. Приведем характеристики некоторых биомов, в т.ч. встречающихся на территории Западной Сибири.

1. Степь. Климат здесь сезонный. Температура зимой ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , а лето может быть как умеренно теплым, так и жарким. Годовое количество осадков от 250 до 600 мм. Среди растительности господствуют злаковые травы. Животный мир представляют крупные растительноядные млекопитающие: бизоны, антилопы (Америка), дикие лошади (Евразия), кенгуру (Австралия). Из хищников встречаются львы, гепарды, гиены и др. Присутствуют разнообразные птицы и мелкие роющие млекопитающие: сурок, суслик и т.д.

2. Листопадные леса умеренного пояса. Климат сезонный с зимними температурами ниже  $0^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков 600-1500 мм. Они равномерно распределяются по сезонам. Среди растительности господствуют леса из листопадных пород деревьев, кустарниковый подлесок, мхи, лишайники. Травянистый и кустарниковый ярусы хорошо развиты. Среди животных встречаются медведь, белка, олень, лисица и т.п., а также птицы (дятлы, дрозды, совы, соколы и др.), рыбы и обильная почвенная микрофауна. Много почвенной биоты.

3. Тундра. Климат очень холодный с полярным днем и полярной ночью. Среднегодовая температура ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ . За несколько недель короткого лета земля оттаивает на глубину не более 1 метра. Годовое количество осадков 250- 300 мм. Среди растений господствуют медленно растущие лишайники, мхи, злаки и осоки, карликовые кустарники. Животный мир представляют крупные травоядные копытные, мелкие роющие млекопитающие (лемминги), хищники, приобретающие зимой маскирующую белую окраску. Летом гнездится большое число перелетных птиц, особенно водоплавающих.

Таким образом, влажность является основным фактором, определяющим тип биома. При достаточно большом количестве осадков, как правило, развивается лесная растительность. Температура при этом определяет тип леса. То же самое наблюдается в биомах степи и пустыни. Температурный фактор становится главным только в очень холодных условиях с вечной мерзлотой или в горах. Каждый биом характеризуется своим составом растений и животных.

#### Занятие 4. Взаимосвязь абиотического и биотического компонентов в биогеоценозе

**Цель:** познакомиться с характеристикой основных биогеоценозов России, изучить роль абиотического и биотического компонентов в их формировании, оценить конкурентоспособность жизненных форм растений.

**Материалы:** климатические, почвенные карты и карта растительности из атласа России.

##### Задания:

1. Изучить содержание понятий «экосистема», «биогеоценоз», «биогеоценоз», «биогеоценоз», «биотоп», «жизненная форма».
2. Охарактеризовать климатические особенности, типы и подтипы почвы и жизненные формы растительности биогеоценозов России.
3. Проанализировать направленность изменений абиотических компонентов, гумусированности почв, разнообразия и биомассы растительности и их взаимосвязь.
4. Оценить конкурентоспособность различных жизненных форм растений в разных биогеоценозах.

##### Описание заданий:

**Задание 1.** Изучить содержание понятий «экосистема», «биогеоценоз», «биогеоценоз», «биогеоценоз», «биотоп», «жизненная форма».

В письменной форме раскрыть содержание понятий «экосистема», «биогеоценоз», «биогеоценоз», «биогеоценоз», «биотоп», «жизненная форма».

**Задание 2.** Охарактеризовать климатические особенности, типы (подтипы) почвы и жизненные формы растительности биогеоценозов России.

Заполнить таблицу 5.

Таблица 5– Показатели абиотических и биотических компонентов биогеоценозов России

| Биом                     | Радиационный баланс, МДж/м <sup>2</sup> в год | Количество осадков, мм в год | Средняя температура, °С |      | Тип (подтип) почвы | Жизненные формы растений |
|--------------------------|---|------------------------------|-------------------------|------|--------------------|--------------------------|
|                          |   |                              | января                  | июля |                    |                          |
| 1                        | 2   | 3                            | 4                       | 5    | 6                  | 7                        |
| 1. Арктика               |   |                              |                         |      |                    |                          |
| 2. Тундра                |   |                              |                         |      |                    |                          |
| 3. Тайга                 |   |                              |                         |      |                    |                          |
| 4. Лесостепь             |   |                              |                         |      |                    |                          |
| 5. Степь                 |   |                              |                         |      |                    |                          |
| 6. Полупустыни и пустыни |   |                              |                         |      |                    |                          |

Указания к выполнению задания:

1. Показатели биомов № 1-3 снимать по долготе, проходящей через г. Новосибирск.
2. Границами биомов условно считать: Арктики – близлежащие к рекомендованной долготе острова; тундры – побережье океана до широты, соответствующей широте г. Норильска; тайги – территорию от границы тундры до широты, соответствующей широте г. Красноярска; лесостепи – территорию Барабинской низменности между г. Новосибирском и г. Омском; степи – территорию от г. Омска до г. Караганды; полупустыни и пустыни – территорию вокруг Аральского моря.
3. Показатели в колонках 2 и 3 снимать на климатической карте с зелеными оттенками, где цветом обозначены осадки, а красными широтными линиями – годовой радиационный баланс.

Показатели колонок 3 и 4 снимать на климатических картах с синими и желто-оранжевыми оттенками.

4. Значения климатических показателей указывать в виде предела: от и до, например, 200-400 мм.

*Задание 3.* Проанализировать направленность изменений абиотических компонентов, гумусированности почв, разнообразия и биомассы растительности и их взаимосвязь.

1. Анализировать данные таблицы по плану:  
как изменяется радиационный баланс, температура января, температура июля, количество осадков, гумусированность почв, биоразнообразие растительности (разнообразие жизненных форм) и биомасса растительности при продвижении с севера на юг?

При анализе записывать первое и последнее значение показателя, если изменение линейное; первое, максимальное и последнее значение показателя, если изменение носит параболический характер.

2. Установить основную причину изменений (основной лимитирующий фактор) плодородия почв и биомассы растительности, сопоставив данные колонок 6 и 7 с направленностью изменений показателей в колонках 2-5.

3. На основании анализа ответить на вопрос: от какого фактора зависит широтная зональность почв и растительности?

На основании изучения теоретического материала темы ответить на вопрос: от какого фактора зависит вертикальная зональность почв и растительности?

*Задание 4.* Оценить конкурентоспособность различных жизненных форм растений в разных биомах.

Заполнить таблицу 6, используя следующие указания.

1. Анализировать виды растений по вариантам:

1). 1 – ель сибирская, 2 – сосна обыкновенная, 3 – перекасти-поле (группа из видов: качим, биюргун, кермек, резак и др.), 4 – клубника луговая, 5 – кост-рец безостый, 6 – аир обыкновенный.

2). 1 – осина обыкновенная, 2 – пихта сибирская, 3 – кедр сибирский, 4 – незабудка лесная, 5 – типчак (овсяница валлисская), 6 – тимофеевка луговая.

3). 1 – береза повислая, 2 – лиственница, 3 – ковыль перистый, 4 – тюльпан поникающий, 5 – земляника лесная, 6 – фиалка полевая.

Таблица 6 – Сравнительная конкурентоспособность различных жизненных форм растений в разных биомах

| Вид растения          | Потребности в экологическом факторе |       |              |         | Лимитирующий фактор    |                             |
|-----------------------|-------------------------------------|-------|--------------|---------|------------------------|-----------------------------|
|                       | свете                               | влаге | темпе-ратуре | питании | в биоме произ-растания | в других биомах             |
| 1                     | 2                                   | 3     | 4            | 5       | 6                      | 7                           |
| Кипарис мексикан-ский | +                                   | +     | +            | +       | нет                    | недоста-ток теп-ла          |
| Осока со-седняя       | +                                   | +     | -            | ±       | свет и влага           | недоста-ток вла-ги и све-та |
| Растение 1            |                                     |       |              |         |                        |                             |
| Растение 2            |                                     |       |              |         |                        |                             |
| И т.д.                |                                     |       |              |         |                        |                             |

2. Перед оценкой конкурентоспособности вида растения в разных биомах в графах 2-5 рассмотреть его потребности в экологических факторах в основном биоме произрастания (см примеры с кипарисом мексиканским и осокой соседней).

Использовать шкалу: (+) – высокие потребности; (±) – умеренные потребности; (-) – заниженные потребности.

3. Заполнить графу 6, оценив возможность анализируемого растения выигрывать в конкуренции за экофакторы у видов, растущих рядом.

4. В графе 7 обозначить факторы, ограничивающие широкую встречаемость вида.

5. Сделать вывод, какие растения из шести проанализированных являются наиболее и наименее конкурентоспособными?

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте понятие экосистемы

2. Что такое биом?
3. С чем связано появление разных жизненных форм растительности?
4. Какова взаимосвязь климатических факторов с типами почв и характером растительности?
5. Назовите основные биомы земного шара.
6. Назовите биомы Западной Сибири и дайте их характеристику по показателям, изученным при составлении таблицы 1.
7. От чего зависит конкурентоспособность растений?

### **Занятие 5. Парниковый эффект как пример изменения биогеохимического цикла углерода**

**Цель:** изучить сущность парникового эффекта на моделях, демонстрирующих поглощение тепловой энергии поверхностью разного грунта.

Парниковый эффект атмосферы – это свойство атмосферы пропускать солнечную радиацию, но задерживать земное излучение и тем самым способствовать аккумуляции тепла у Земли.

Земная атмосфера сравнительно хорошо пропускает солнечную радиацию, часть которой поглощается земной поверхностью. Нагреваясь за счет поглощенной солнечной радиации (или отражая ее), земная поверхность становится источником длинноволнового ИК излучения. Проникая сквозь атмосферу, инфракрасного лучи лишь частично уходят в космическое пространство, что связано с присутствием в нижнем слое атмосферы (тропосфере) парниковых газов. Газы задерживают часть излучения и нагревают воздух. Благодаря парниковому эффекту среднегодовая температура на Земле составляет +13° С, а в космическом пространстве имеет минусовые значения.

#### **Задания:**

1. Собрать модель, демонстрирующую парниковый эффект.
2. Провести измерения температуры в модели с песком.
3. Провести измерения температуры в модели с почвой.
4. Проанализировать и обсудить данные.

**Материалы и оборудование:** эксикатор или аквариум, стеклянная крышка, песок, почва, вода, ложка для перемешивания грунта, термометр, настольная лампа, часы.

#### **Описание занятия**

**Задание 1.** Собрать модель, демонстрирующую парниковый эффект.

1. Насыпать на дно эксикатора песок (в последующем этапе почву) слоем 6-7 см.
2. Увлажнить грунт водой и тщательно перемешать, стараясь сделать влажность почвы и песка примерно одинаковой.
3. Установить термометр в эксикатор шариком вверх. Термометр должен быть расположен так, чтобы можно было легко снимать показания.

4. Установить лампу рядом с эксикатором на расстояние 20-30 см так, чтобы свет падал на шарик термометра.

*Задание 2.* Провести измерения температуры в модели с песком.

1. Записать исходную (комнатную) температуру в таблицу 7.

Таблица 7– Изменение температуры в модели парникового эффекта

| Время, мин | Температура, °С |           |            |           |
|------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
|            | песок           |           | почва      |           |
|            | без крышки      | с крышкой | без крышки | с крышкой |
| 1          |                 |           |            |           |
| 2          |                 |           |            |           |
| ....       |                 |           |            |           |
| 20         |                 |           |            |           |

2. Включить лампу и через 1 минуту записать показание температуры.

3. Далее записывать температуру через каждую минуту в течение 20 минут.

4. Выключить лампу и дать температуре в эксикаторе упасть до исходной.

5. Накрыть эксикатор крышкой и повторить опыт.

*Задание 3.* Провести измерения температуры в модели с почвой.

Действия этого этапа повторяют действия этапа 2. Полученные данные занесите в таблицу 7.

*Задание 4.* Проанализировать и обсудить данные.

1. Построить график измерения температуры, отложив ее показания по оси ординат, а по оси абсцисс – время. Все 4 полученные кривые для облегчения анализа разместить на одном рисунке.

2. Описать ход изменения температуры и ее максимальные значения каждой кривой. Сравнить их в моделях с темным и светлым грунтом, в присутствии и отсутствии крышки.

3. Сделать вывод о формировании парникового эффекта в моделях.

#### **Контрольные вопросы**

1. Почему различаются температурные кривые для разных грунтов?

2. Почему температура увеличивается, когда модель закрыта крышкой?

Что имитирует крышка при сравнении модели с формированием парникового эффекта на Земле?

3. Влияет ли на температуру воздуха увеличение облачности?

4. К чему приведет существенное повышение среднегодовой температуры воздуха?

5. Почему проблема парникового эффекта относится к глобальным экологическим проблемам?

6. Какие международные встречи за последние двадцать лет были посвящены проблеме парникового эффекта?

## Занятие 6. Характеристика агроэкосистем

**Цель:** изучить особенности агроэкосистемы, ее состав и свойства.

По определению Ю. Одума «Агроэкосистемы – это «одомашненные» экосистемы, занимающие промежуточное положение между природными экосистемами (луга и леса) и искусственными (города)».

В свете современных представлений, агроэкосистемы (агробιογεοϰενοϰυ) – вторичные, измененные человеком биογεοϰενοϰυ, ставшие значительными элементарными единицами биосферы; их основу составляют искусственно созданные, как правило, обедненные видами живых организмов биотические сообщества. Эти сообщества формируют и регулируют люди для получения сельскохозяйственной продукции.

Характерная особенность агроэкосистем – малая экологическая надежность, но высокая урожайность (продуктивность) одного или нескольких видов и сортов культурных растений, видов и пород животных. Главное их отличие от естественных экосистем – упрощенная структура и обедненный видовой состав, что делает их неустойчивыми системами. Агроэкосистемы занимают примерно 10% всей поверхности суши и дают человечеству около 90% всей пищевой энергии.

### Задания:

1. Составить сравнительную характеристику естественного биογεοϰενοϰυ и агробιογεοϰενοϰυ.
2. Определить лимитирующий продуктивность культуры фактор.
3. На основе предложенных терминов изучить структуру и состав агроϰενοϰυ, агробιογεοϰενοϰυ и эϰοτοπα.

### Описание заданий

**Задание 1.** Составить сравнительную характеристику естественного биογεοϰενοϰυ и агробιογεοϰενοϰυ.

Сравнить агроэкосистему и природный луговой биογεοϰενοϰυ в таблице 8, устанавливая различия между ними по абиотическим и биотическим свойствам. В графы вписывать качественную характеристику параметра в виде определения (слабое, сильное, низкое, высокое и т.п.).

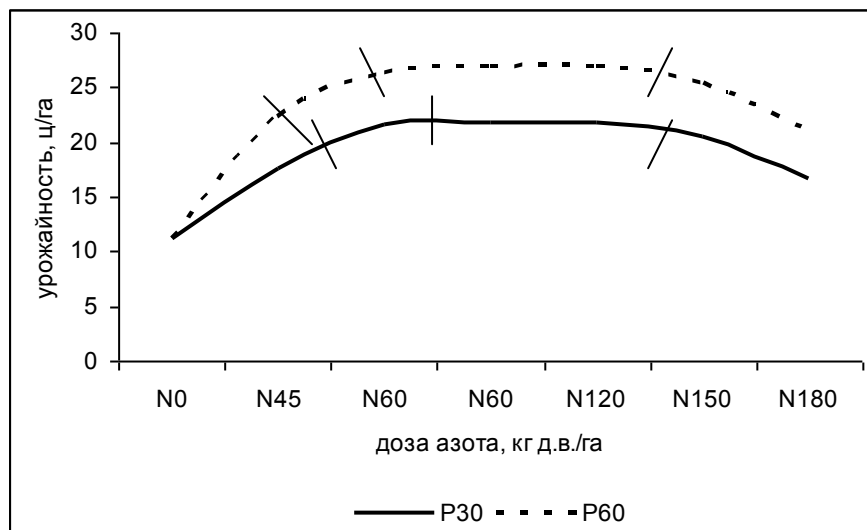
Таблица 8 – Сравнение естественных экосистем и агроэкосистем

| Свойства                         | Естественные экосистемы | Агроэкосистемы |
|----------------------------------|-------------------------|----------------|
| <u>1</u>                         | <u>2</u>                | <u>3</u>       |
| <u>Абиотические</u>              |                         |                |
| 1. Скорость инфильтрации         |                         |                |
| 2. Величина стока                |                         |                |
| 3. Вероятность эрозии            |                         |                |
| 4. Густота растительного покрова |                         |                |

| Окончание таблицы 8                                     |   |   |
|---|---|---|
| 1   | 2 | 3 |
| 5. Опад и др. растительные остатки                      |   |   |
| 6. Камни  |   |   |
| 7. Потери почвенной влаги на испарение                  |   |   |
| 8. Почвенные коллоиды                                   |   |   |
| 9. Потери на вымывание                                  |   |   |
| 10. Температура почвы                                   |   |   |
| <u>Биотические</u>                                      |   |   |
| 11. Замкнутость биологического круговорота              |   |   |
| 12. Синхронизация активности растений и микроорганизмов |   |   |
| 13. Разнообразие биологической активности во времени    |   |   |
| 14. Разнообразие растительных популяций                 |   |   |
| 15. Генетическое разнообразие                           |   |   |
| 16. Поеобладающие жизненные стратегии растений          |   |   |
| 17. Саморегуляция                                       |   |   |
| 18. Ярусность и пространственная гетерогенность         |   |   |
| 19. Годовая продукция (надземная и подземная фитомасса) |   |   |

*Задание 1.* Определить лимитирующий продуктивность культуры фактор.

Решить задачу. Яровую пшеницу выращивали в опытах с внесением азотно-фосфорных удобрений в год с недостаточным увлажнением. Получили следующую графическую зависимость урожайности зерна пшеницы от дозы внесенных удобрений:





Определить, какой фактор из двух (доза азота или доза фосфора) лимитирует урожайность зерна на выделенных отрезках обеих кривых?

*Задание 3.* На основе предложенных терминов изучить структуру и состав агроценоза, агробиогеоценоза и экотопа.

Выбрать компоненты, входящие в состав агроценоза, агробиогеоценоза и экотопа:

- Биотический компонент
- Антропогенный компонент
- Культурные растения
- Сорные растения
- Фитофаги
- Энтомофаги
- Эдафический компонент
- Влага
- Орографический компонент
- Продуценты
- Микробный комплекс почвенных микроорганизмов
- Паразиты растений
- Климатоп
- Паразиты насекомых
- Эпифиты

#### ***Контрольные вопросы***

1. Что представляет собой агроэкосистема по определению Ю. Одума?
2. Что такое агроэкосистема в свете современных представлений?
3. Каковы характерные черты агроэкосистемы.
4. Назовите основные различия между агроэкосистемой и природной экосистемой по абиотическим свойствам.
5. Назовите основные различия между агроэкосистемой и природной экосистемой по биотическим свойствам.
6. Что такое лимитирующий фактор?
7. Что такое агроценоз?
8. Что представляет собой экотоп?

#### **Тема: Антропогенное воздействие на экосистемы и биосферу** **Занятие 7. Нитратное загрязнение растениеводческой продукции и питьевой воды**

**Цель:** оценить содержание нитратов в продукции растениеводства и питьевой воде экспресс-методом с применением дифениламина.

Соли азотной кислоты, нитраты, являются элементом питания растений и компонентом почвы. Их высокая концентрация в почве способствует росту биомассы растений и формированию более высокого

урожая. В органические соединения растения включается аммонийный азот, поэтому поглощенные  $\text{NO}_3^-$  должны восстановиться в клетках до аммиака. Это происходит при участии ферментов нитрат- и нитрит- редуктазы.

Содержание нитратов в частях растений разное. Больше всего их в подземных органах и тканях, служащих для проведения воды и минеральных солей к листьям и органам, например, в жилках листьев, черешках и стеблях. В органах размножения нитраты присутствуют в меньших количествах. В плодах преобладают в кожице и в поверхностных слоях.

Содержание нитратов в растении зависит от многих факторов, но определяющим среди них является интенсивное применение минеральных удобрений и навоза. На накопление нитратов в продукции также влияют освещенность, условия увлажнения и температуры, предшественник в севообороте, активность почвенных микроорганизмов, сорт и др. К растениям, склонным к накоплению нитратов, относят свеклу, салат, шпинат, морковь, капусту. Более высокая концентрация нитратов свойственна парниковой зелени, что объясняется интенсивным удобрением и недостаточным освещением.

Источником нитратов для человека являются загрязненная продукция, питьевая вода и иногда лекарственные препараты. С овощами их поступает около 70%, с водой – 20, с мясными, молочными и консервированными продуктами – 6%. Наиболее опасно для животных и человека отравление нитратами, растворимыми в воде. Это увеличивает скорость всасывания их в кровь, поэтому содержание нитрат-иона в воде не должно превышать 45 мг/л. Действие нитратов, поступивших в организм из нитратосодержащих овощей слабее, чем поступивших с водой. Здесь отрицательное влияние нитратов частично нивелируется аскорбиновой кислотой.

Нитраты и нитриты используют как консерванты при производстве сыров, где их суммарное содержание не превышает 50 мг/кг. При изготовлении ветчинно-колбасных изделий нитраты и нитриты добавляют для подавления бактерий и придания изделиям розового оттенка. Содержание нитратов и нитритов в молоке и молочных продуктах обычно составляет не более 10 мг/кг.

50-80% поступивших в организм животного и человека нитратов в течение 12 часов выводится из организма, а остальное количество представляет определенную опасность. Это связано, прежде всего, с восстановлением нитратов до высокотоксичных нитритов микрофлорой и ферментами пищеварительного тракта (токсичность нитритов выше нитратов более чем в 20 раз). Нитриты замещают кислород в молекуле гемоглобина крови. Образуется метгемоглобин, не способный переносить в клетки нужный для высвобождения энергии кислород. Также в ЖКТ под действием микробов идет процесс нитрозирования, т.е. встраивания  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^-$  в органические вещества. При этом образуются вызывающие рак (канцерогенные) нитрозосоединения.

Допустимое суточное потребление нитратов для человека не должно превышать 5 мг на кг массы тела, т. е. не более 350 мг в сутки для человека массой 70 кг. Допустимая суточная доза (ДСД) нитрита – 0,2 мг/кг массы тела, за исключением детей грудного возраста. Острое отравление отмечается при однократной дозе 200-300 мг, летальный исход – 300-2500 мг.

Далее изложен доступный экспресс-метод определения содержания нитратов в образцах воды и продукции. Для растений он приведен в двух вариантах: с использованием целого растения и выжатого сока.

**Сущность метода** состоит в визуальной оценке окрашенных соединений, образующихся при взаимодействии нитратов с дифениламином. Нижний предел обнаружения нитратов в анализируемой пробе  $100 \text{ млн}^{-1}$  (мкг/кг).

Метод может быть использован для определения загрязнения нитратами во всей продукции растениеводства. Полученные результаты следует рассматривать как ориентировочные. Для выбраковки продукции они требуют подтверждения ионометрическим методом.

#### **Задания:**

1. Определить нитратное загрязнение в целых растениях. Выявить приуроченность нитратного загрязнения к частям растения.
2. Определить нитратное загрязнение сока растений. Выявить отличия нитратного загрязнения в свежих и отварных овощах.
3. Изучить допустимое содержание нитратов в продуктах растениеводства.
4. Определить содержание нитратов в питьевой воде.

#### **Материалы и оборудование:**

**Посуда:** чашки Петри или стекла размером 180х90 мм, пипетки на 1мл, 10 пробирок, термостойкие колбы на 250 мл, стаканы на 50 мл, цилиндры на 10 и 100 мл. **Оборудование и материалы:** нож, разделочная доска, весы аналитические, электрическая плитка, марлевые салфетки, плодоовощная продукция, питьевая вода. **Реактивы:** основной раствор азотнокислого калия с содержанием  $\text{N-NO}_3$  3000 мг/л для построения калибровочной кривой, 1,0% раствор дифениламина в серной кислоте, дистиллированная вода.

#### **Описание занятия**

За несколько дней до занятия студенты получают задание принести образцы питьевой воды и 3 вида различных овощей и плодов, купленных в магазине или с собственного участка. Продукцию вымыть обсушить.

**Задание 1.** Определить нитратное загрязнение в целых растениях. Выявить приуроченность нитратного загрязнения к частям растения.

##### **Этап 1. Подготовка проб к испытанию**

1. Картофель, томат, перец, яблоко, корнеплоды разрезать поперек на 3 части. Из середины и концевых участков сделать ровные срезы толщиной 0,7-1,0 см. Поместить их в чашки Петри в трехкратной повторности.

2. С луковицы удалить верхние чешуи, срезать сухую шейку и основание корня. Далее разрезать как картофель.
3. У капусты удалить верхние листья. Отобрать для анализа один лист снаружи кочана, другой внутри. У каждого листа выделить 3 части: срезать толстую прожилку, отрезать часть, примыкающую к прожилке, а также верхнюю часть листа без прожилок. Также взять для анализа кочерыжку. Поместить все в чашки Петри в трехкратной повторности.
4. У бахчевых культур анализировать съедобную часть без семян. Вырезать из мякоти плода в трехкратной повторности 3 сегмента: в середине, прилегающий к кожуре и сегмент с прожилками. Поместить их в чашки Петри.

#### Этап 2. Качественный анализ содержания нитратов

1. Капнуть на срезы 1,0%-й раствор дифениламина в серной кислоте. Отметить интенсивность окрашивания, согласно шкале (по Церлинг, 1985):

| Баллы | Характер окраски   | Содержание нитратов, мг/кг |
|-------|--|----------------------------|
| 6     | Срез или сок окрашивается быстро и интенсивно в иссиня-черный цвет. Окраска устойчива и не пропадает | >3000                      |
| 5     | Срез или сок окрашивается в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время.                   | 3000                       |
| 4     | Срез или сок окрашивается в синий цвет. Окраска наступает не сразу.                                  | 1000                       |
| 3     | Окраска светло-синяя, исчезает через 2-3 минуты.   | 500                        |
| 2     | Окраска быстро исчезает. Окрашиваются главным образом проводящие пучки.                              | 250                        |
| 1     | Следы голубой, быстро исчезающей окраски.  | 100                        |
| 0     | Нет ни синей, ни голубой окраски. На целых растениях возможно порозовение.                           | 0                          |

1. По результатам определения заполнить две таблицы: частную в тетради (табл. 9) и общую на доске.

Таблица 9 – Содержание нитратов в различных частях овощей и плодов

| Исследуемое растение | Часть растения       | Баллы в повторениях | Содержание нитратов, мг/кг |         |
|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|---------|
|                      |                      |                     | в повторениях              | среднее |
| 1                    | 2                    | 3                   | 4                          | 5       |
| Картофель            | верхушка клубня      | 1<br>...3           | 1<br>...3                  |         |
|                      | средняя часть клубня | 1<br>...3           | 1<br>...3                  |         |

| Окончание таблицы 9 |                                     |             |             |   |
|---------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|---|
| 1                   | 2                                   | 3           | 4           | 5 |
|                     | серединная<br>(проводящая<br>часть) | 1<br>2<br>3 | 1<br>2<br>3 |   |
|                     | под кожурой                         | 1<br>2<br>3 | 1<br>2<br>3 |   |
|                     |                                     |             |             |   |

2. Сделать вывод, сравнив наличие нитратов в разных видах продукции и их локализацию в частях растений.

Следует сказать, что данный метод дает возможность оценить разные ткани овощных и других растений на содержание нитратов прямо в поле. Он проверен и хорошо действует на хлебных злаках, картофеле, корнеплодах, овощах, бобовых, многолетних травах для оценки обеспеченности растений азотом в разные периоды вегетации.

**Задание 2.** Определить нитратное загрязнение сока растений. Выявить отличия нитратного загрязнения в свежих и отварных овощах.

Этап 1. Приготовление растворов сравнения (калибровочных)

1. Взять готовый исходный раствор азотнокислого калия с концентрацией нитрат-иона 3000 мг/л (4,89 г сухого  $\text{KNO}_3$  в 1 л воды). Отлить 5 мл в первую пробирку и добавить туда 5 мл дистиллированной воды. Вы получили раствор с концентрацией  $\text{N-NO}_3$  1500 мг/л.

2. Повторить разбавления пополам предыдущего раствора для получения растворов с концентрациями нитрат-иона 750; 375; 188; 94; 47, 23 мг/кг.

3. Капнуть на большое предметное стекло последовательно по 2 капли из 8 приготовленных калибровочных растворов. Подписать. Добавить в каждую из этих капель по 2 капли реактива 1,0%-го дифениламина в серной кислоте.

Вы получили серию окрашенных калибровочных растворов, которые будете использовать в качестве сравнительных при оценке содержания нитратов в образцах растений и воды.

Этап 2. Подготовка проб к испытанию

1. Вырезать несколько проб общей массой 200 г из разных частей растения (ткани, примыкающей к плодоножкам, столонам, из серединной и концевой частей, возле кожуры, кочерыги и т.д.). Смешать в общий образец.

2. 100 г образца очень мелко измельчить, быстро поместить в марлевую салфетку и отжать сок в стакан. Другие 100 г образца оставить для этапа 4.

Этап 3. Анализ содержания нитратов в свежей продукции

1. Раскапать по 2 капли сока в трехкратной повторности на предметное стекло, положенное на белую бумагу. Закапать в них по 2 капли 1,0%-го дифениламина в серной кислоте.

2. Сравнить окраску с каплями калибровочных растворов. Результаты перевести в цифры и записать в таблицу 10.

Таблица 10. Содержание нитратов в свежих и отварных овощах

| Исследуемое растение | Содержание нитратов, мг/кг |         |
|----------------------|----------------------------|---------|
|                      | в повторениях              | среднее |
| Картофель свежий     | 1                          |         |
|                      | 2                          |         |
|                      | 3                          |         |
| Картофель отварной   | 1                          |         |
|                      | 2                          |         |
|                      | 3                          |         |
| Картофельный отвар   | 1                          |         |
|                      | 2                          |         |
|                      | 3                          |         |
| Капуста свежая       | 1                          |         |
|                      | .....                      |         |
|                      |                            |         |

Этап 4. Анализ содержания нитратов в отварных овощах и в отваре

1. Оставшийся образец (100 г) поместить в колбу на 250 мл, залить 100 мл воды и поставить на плитку для отваривания. Кипятить 10 минут.

2. Овощи и отвар остудить и проанализировать по действиям этапа 3.

3. Сделать вывод, сравнив наличие нитратов в соке разных растений в свежем и отваренном виде, а также в отваре.

Для сравнения следует использовать как цифровые данные, так и качественную характеристику:

| Окрашивание сока (отвара) | Нитратное загрязнение |
|---------------------------|-----------------------|
| Очень синее               | Сильное               |
| Синее                     | Среднее               |
| Слабо-синее               | Слабое                |
| Нет                       | Нет                   |

Задание 3. Изучить допустимое содержание нитратов в продуктах растениеводства.

1. Изучить данные таблицы 11 и сопоставить с ними свои результаты.

2. Сделать заключение об опасности отравления человека, если он использует в суточном рационе анализируемые Вами продукты.

Таблица 11 – ПДК нитратов в продукции растениеводства

| Продукт              | Содержание нитратов, мг/кг(л) |
|----------------------|-------------------------------|
| 1                    | 2                             |
| Картофель            | 250                           |
| Капуста белокочанная | 900                           |
| Морковь              | 400                           |

| Окончание таблицы 11                  |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 1                                     | 2         |
| Огурец открытого грунта/ тепличный    | 150/ 400  |
| Томат открытого грунта/ тепличный     | 150/ 300  |
| Перец сладкий откр. грунта/ тепличный | 200/ 400  |
| Салат                                 | 3000      |
| Лук-репка                             | 80        |
| Лук-перо откр. грунта/ тепличный      | 600/ 800  |
| Кабачки, баклажаны                    | 400       |
| Зеленные культуры                     | 1800-2000 |
| Свекла                                | 1400      |

*Задание 4.* Определить содержание нитратов в питьевой воде.

1. На предметное стекло, положенное на белую бумагу, раскапать в трех повторениях принесенную пробу питьевой воды. Добавить в каждое повторение по 2 капли 1,0%-го дифениламина в серной кислоте. Параллельно поставить пробу с дистиллированной водой (контроль).
2. Капнуть рядом капли калибровочного раствора и сравнить окраску. Результаты перевести в цифры и записать.
3. Сравнить полученные средние данные со значением ПДК для нитратов в воде.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Раскройте значение нитратов для флоры.
2. Назовите источники нитратов для животных и человека. Какие из них являются первостепенными?
3. Почему нитраты опасны для животных и человека?
4. Какие растения отличаются повышенным содержанием нитратов?
5. Какие факторы наиболее сильно сказываются на накоплении нитратов в продукции растениеводства?
6. Почему у растений открытого и закрытого грунта ПДК по нитратам сильно различаются?
7. Как снизить содержание нитратов в продукции?

### **Занятие 8. Биоиндикация чистоты воздуха по площади листьев лиственных деревьев**

***Цель:*** провести исследование загрязнения воздуха на улицах и во дворах г. Новосибирска методом биоиндикации.

Биоиндикация — это оценка качества среды обитания и ее отдельных характеристик по реакциям на них живых организмов и их сообществ. Чувствительные организмы (биоиндикаторы) реагируют на изменения окружающей среды своим присутствием или отсутствием, изменением внешнего

вида, химического состава и поведения. При экологическом мониторинге среды использование биоиндикаторов часто дает более ценную информацию, чем прямая оценка загрязнения приборами, так как они реагируют сразу на весь комплекс загрязнителей и своими реакциями отражают загрязнения за длительный период.

Например, легко установить уровень загрязнения атмосферы с помощью городских растений, на которые оказывают значительное воздействие промышленные и транспортные выбросы. Попадая в атмосферный воздух, загрязнители в конечном итоге оседают на растения и накапливаются в них, что может замедлить рост растения, вызвать некрозы листовых пластинок, снизить продуктивность и др. Установлено, что, загрязнение медью сказывается на росте растений, цинком – приводит к отмиранию листьев, кобальтом – к ненормальному развитию и т.д. Индикаторами присутствия фтора в воздухе являются чувствительные растения (гладиолусы, фрезия и др.), накапливающие его и реагирующие на этот фитотоксикант некрозом листьев.

В основу данной практической работы положен подсчет ассимилирующей поверхности листьев древесных растений, выросших в условиях загрязненной городской среды, весовым методом.

#### ***Задания:***

1. Вычислить переводной коэффициент для площади листьев тополя бальзамического.
2. Подсчитать площади листьев предложенного образца с учетом среднего переводного коэффициента.
3. Построить график зависимости площади листьев тополя бальзамического от чистоты воздуха вблизи проезжей части и во дворах.

***Материалы и оборудование:*** гербарные образцы листьев, срезанные с тополя бальзамического на высоте 2 м на улицах и дворах города в период летней практики; листы тетрадной бумаги в клетку; линейка; ножницы; бумажные пакеты; аналитические весы.

#### ***Описание заданий***

Работа выполняется группой из двух человек. Группа получает 2 образца с листьями тополя: один собран вблизи проезжей части, другой – во дворах конкретной улицы. Каждый студент анализирует 50 листьев своего образца.

***Задание 1.*** Вычислить переводной коэффициент для площади листьев тополя бальзамического.

Подсчет провести на 6 листьях.

1. Вначале следует взять лист тетрадной бумаги и на него под углом в 45° приложить листочек дерева. Контуры обрисовать и очертить прямоугольник, равный длине и ширине взятого листочка (рис. 1).



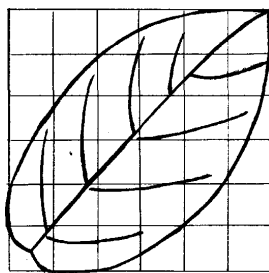


Рис.1. Чертеж листочка тополя бальзамического на бумажном прямоугольнике

2. Прямоугольник вырезать, взвесить и записать внутри его длину, ширину и массу. После этого вырезать контур листа из прямоугольника, взвесить и также записать массу.

3. Подсчитать площадь листочка по формуле:

$$S_{\text{л}} = M_{\text{л}} \cdot S_{\text{пря.}} / M_{\text{пря.}},$$

где  $M$  – масса прямоугольника бумаги или листочка;

$S$  — площадь прямоугольника или листочка.

4. Вычислить переводной коэффициент по формуле:

$$K = S_{\text{л}} / S_{\text{пря.}}$$

Подсчитать средний из 6 значений коэффициент и использовать его в дальнейших расчетах.

**Задание 2.** Подсчитать площади листьев предложенного образца с учетом среднего переводного коэффициента.

1. Начертить таблицу:

| Номер | Длина листа<br>А | Ширина<br>листа Б | Площадь<br>листа $S_i$ | $S_i \times K$ |
|-------|------------------|-------------------|------------------------|----------------|
| 1     |                  |                   |                        |                |
| ...50 |                  |                   |                        |                |

У 50 листьев измерить длину (А) и ширину (Б) и определить площадь ( $S_i$ ).

2. Пересчитать все площади с учетом переводного коэффициента:

$$S_i \cdot K.$$

3. Полученные площади разбить на 6-8 групп (по размеру). Для этого в двух анализируемых образцах найти максимальное и минимальное значение площадей листьев. После чего выделить шесть (8) общих для 2 образцов групп. Например, 1) 10-20 см<sup>2</sup>, 2) 20,1-40 см<sup>2</sup> и т.д.

В каждой группе подсчитать частоту встречаемости листьев.

**Задание 3.** Построить график зависимости площади листьев тополя бальзамического от чистоты воздуха вблизи проезжей части и во дворах.

1. На графике отобразить 2 кривые, соответствующие двум образцам (рис. 2). По оси абсцисс графика показать группы площадей листьев. По оси ординат отложить частоту встречаемости листьев.

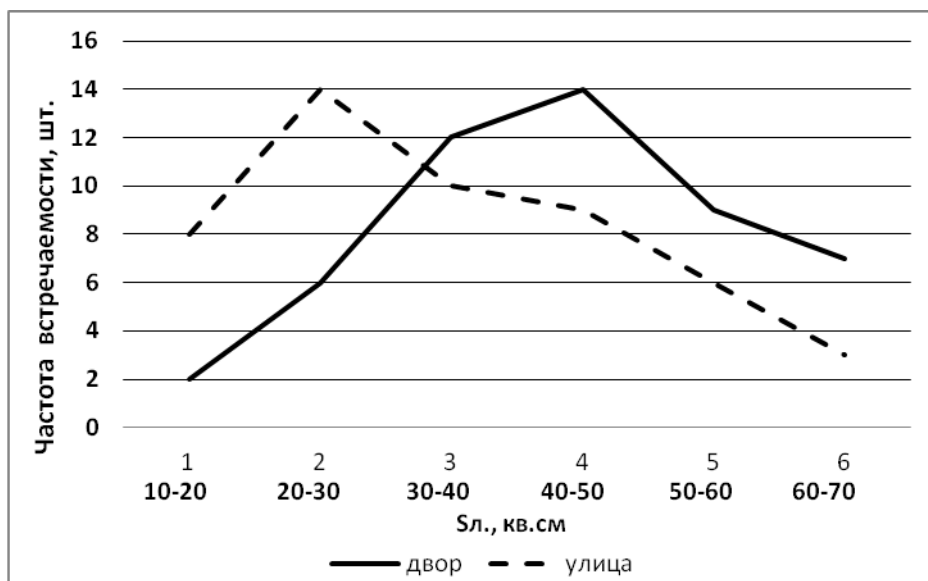


Рис. 2. График зависимости площади листьев тополя бальзамического от чистоты ареала произрастания у дороги и во дворах улицы Панфиловцев

2. Кривые сравнить и сделать вывод о чистоте воздуха вблизи проезжей части и во дворах.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называют биоиндикацией?
2. Какой организм может быть биоиндикатором, и как он реагирует на изменение состояния среды?
3. Как сказывается на растениях загрязнение воздуха?
4. Почему биоиндикация в некоторых случаях предпочтительнее химического анализа?
5. Что такое весовой метод определения ассимиляционной поверхности листьев деревьев?

## **Занятие 9. Радиоактивное загрязнение среды**

**Цель:** изучить особенности радиоактивного загрязнения среды, ознакомиться с источниками радиационного излучения в г. Новосибирске, определить уровень радиации в разных частях здания.

Радиоактивное загрязнение внешней среды – это любое увеличение естественного радиационного фона в результате использования человеком естественных и искусственных веществ.

Радиоактивные нуклиды – это ядра нестабильных изотопов, испускающих заряженные частицы ( $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения) и коротковолновые электромагнитные излучения ( $\gamma$ -лучи). Радиоактивный распад изотопов совершается самопроизвольно, без какого-либо вмешательства извне. Он не может быть ускорен или прекращен химическими реакциями или физическими воздействиями. Именно эти невидимые частицы и излучения разрушают клетки и организм человека, вызывая различные болезни.

Естественные источники радиоактивности в биосфере есть повсюду: космическое излучение, излучение рассеянных в породах радионуклидов. Так, в состав пород гранитного массива, на котором стоит город Новосибирск, входят: уран-238, радий-226, торий-232 и калий-40. Содержание их в породе оценивается как высокое. Но основная опасность исходит от продукта их распада – газа радона и от дочерних продуктов распада радона – полония, висмута, свинца. Газ радон скапливается в подвалах, на первых этажах квартир. Много радона обнаружено в подземных водах и колодцах. В ванной комнате на любом этаже его в несколько раз больше, чем в других комнатах. За счет радона часть населения получает 50-90% от общей дозы облучения за жизнь. Строительный материал (гранитный щебень и бутовый камень) тоже может обладать высокой радиоактивностью. В Новосибирске используют щебень из карьеров с повышенным фоном радиоактивности.

На уровень космического излучения влияет географическая широта местности и высота над уровнем моря. На широте  $60^\circ$  фон космического излучения на 15% выше, чем на экваторе, а на высоте 300 м в 6 раз больше, чем на уровне моря. Поэтому человек, как и все живые организмы, всегда подвергается внешнему естественному облучению.

К источникам искусственного радиоактивного загрязнения внешней среды относятся: 1) урановая промышленность, занимающаяся добычей, переработкой, обогащением урана и приготовлением ядерного горючего; 2) ядерные реакторы; 3) радиохимическая промышленность; 4) места захоронения радиоактивных отходов; 5) использование изотопов в медицине и др. отраслях; 6) испытание ядерного оружия; 7) отделившиеся ступени космических ракет с остатками радиоактивного топлива гептила.

В Новосибирске и области наиболее радиоактивно опасными производствами являются: завод «Химконцентратов», ПО «Север», спецкомбинат по захоронению радиоактивных отходов «Радон». Кроме того, радиоактивными источниками служат «Оловокомбинат», несколько десятков НИИ и более 400 медицинских учреждений, где используется более 10 тысяч радиоактивных источников. Радиоактивное загрязнение бывает от ТЭЦ и котельных, работающих на угле, и от отвалов золы. Из атмосферы на Новосибирск и область выпадали радиоактивные осадки после произведенных до 1958 г. на Семипалатинском полигоне ядерных взрывов. Со значительно заниженной

скоростью они продолжают выпадать из атмосферы до сих пор. Зафиксированы в области и упавшие ступени космических ракет.

Радиоактивные вещества, испускающие альфа- и бета- частицы, нередко называют "внутренними излучателями", так как они обладают наибольшим эффектом будучи поглощенными живой тканью. Радиоактивные вещества, испускающие гамма-лучи, относят к "внешним излучателям".

Активность радиоактивного вещества определяют числом спонтанных распадов радионуклидов в единицу времени. В системе Си единицей ее измерения служит "беккерель" (Бк).  $1\text{Бк} = 1$  распаду в секунду. Старая единица – "кюри" (Ки).  $1\text{Ки} = 3,7 \times 10^{10}$  Бк. Активность показывает, сколько  $\alpha$ -,  $\beta$ - частиц или  $\gamma$ -лучей испускает источник радиоактивности, но ничего не говорит о его действии на организм. Мерой ионизирующего действия гамма-лучей и рентгеновского излучения на организм является экспозиционная доза, которая измеряется в Рентгенах в час или Зивертах в час.  $1\text{Зв} = 100\text{Р}$ .

Повреждения, вызванные в организме радиацией, будут тем больше, чем больше энергии она передаст тканям. Количество такой энергии называют поглощенной дозой. В системе Си ее единицей является Грей.  $1\text{Гр} = 1\text{Дж/кг}$ . Удобная единица измерения поглощенной дозы – рад.  $1\text{Гр} = 100\text{рад}$ .

Важное значение имеет время, за которое организм получает дозу излучения. Большие дозы, получаемые организмом за короткое время (минуты, часы), называют острыми дозами.

При равной поглощенной дозе  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения имеют разную степень воздействия (опасности) на организм. Пересчет доз с учетом коэффициентов опасности вида излучения дает эквивалентную дозу. Она измеряется в бэрах. Бэр – это биологический эквивалент рада. В системе Си эквивалентную дозу измеряют в Зивертах (Зв). Один Зиверт соответствует эквивалентной поглощенной дозе в 1 Дж на кг (1 Дж/кг).  $1\text{Зиверт} = 100\text{бэр}$ . При этом одни части тела и ткани более чувствительны к радиации, чем другие. В связи с этим эквивалентные дозы облучения органов и тканей учитывают с разными коэффициентами. Просуммировав их, получают эффективную эквивалентную дозу, отражающую суммарный эффект облучения для организма.

Облучение действует на отдельные молекулы, макромолекулы, субклеточные структуры, клетки, ткани, органы и целый организм. Под его действием в клетке меняются нуклеиновые кислоты, физико-химические свойства белков, структура биологических мембран, что нарушает цепь ферментативных цепных реакций, разлагаются аминокислоты. Возникают вещества токсического действия, подобные радиотоксинам. В результате прямого и косвенного действия радиации возникают изменения в хромосомном аппарате – мутации. При больших, летальных дозах излучения клетка погибает.

Еще более сложный характер имеет действие излучений на организм. Радиационные повреждения в одних клетках или органах могут индуциро-

вать повреждения в других, вследствие чего происходит общее расстройство функциональной деятельности организма. Изменения в половых органах могут вызвать изменения в последующих поколениях.

Органы и ткани обладают разной радиочувствительностью. По степени радиочувствительности они образуют ряд: костный мозг > лимфа > половые железы > слизистые оболочки > кожа > легкие > пищеварительные железы > щитовидная железа > соединительная ткань > мышечная ткань > нервная ткань. Но организм реагирует на любое действие ионизирующего излучения как единое целое. Радиочувствительность организмов учитывается показателем его гибели, т.е. летальной дозой (ЛД). Радиочувствительность вида оценивают дозой, при которой наступает смерть 50% его особей (ЛД<sub>50</sub>).

Есть некоторая общность в реакции организмов на излучение:

- молодые организмы более чувствительны к радиации, чем старые;
- чем выше биологическая организация организмов, тем выше их радиочувствительность;
- чем меньше мощность дозы излучения, тем меньше поражающее действие излучения и больше вероятность восстановления организма (табл. 12);
- чем сильнее доза растянута во времени, тем больше вероятность восстановления организма.
- при хроническом поступлении изотопы в тканях накапливаются, например, йод в щитовидной железе, стронций в костях, цезий в мышцах.

Таблица 12 – Дозы облучения человека и их последствия

| Степень облучения человека и его последствия   | Доза радиации        |
|--|----------------------|
| 1  | 2                    |
| 1. Просмотр фильма по телевидению  | 1 мк/бэр             |
| 2. Просмотр программ телевидения в год   | 0,5 мбэр/год         |
| 3. Фоновое облучение за год  | 100 мбэр/год         |
| 4. Допустимое облучение населения в нормальных условиях за год   | 500 мбэр/год         |
| 5. Облучение при рентгенографии зубов  | 3 бэр                |
| 6. Допустимое разовое аварийное облучение  | 10 бэр               |
| 7. Облучение при рентгеноскопии желудка  | 30 бэр               |
| 8. Кратковременное незначительное изменение состава крови  | 75 бэр               |
| 9. Развитие легкой степени лучевой болезни (увеличение раковых заболеваний, полная стерилизация у женщин и на 2-3 года у мужчин) | Разовая доза 100 бэр |
| 10. Смертельный исход в 10% случаев в последующие месяцы   | Разовая доза 200 бэр |
| 11. Тяжелая степень лучевой болезни со смертельным исходом у 50% заболевших  | Разовая доза 400 бэр |

| Окончание таблицы                                      |                        |
|--|------------------------|
| 1  | 2                      |
| 12. Смертельный исход в 90% случаев в ближайшие недели | Разовая доза 700 бэр   |
| 13. Смерть через несколько дней                        | Разовая доза 1000 бэр  |
| 14. Смерть через несколько часов                       | Разовая доза 10000 бэр |

Вывести некоторое количество радионуклидов из организма и снизить негативное действие радиации на человека можно с помощью достаточно большого набора веществ. Такие вещества называют радиопротекторами. К ним относятся:

|   |   |
|---|---|
| Лекарства на основе хвои                              | Крупы гречневая, овсяная, перловая  |
| Душица, подсолнечник, хвощ, проросшая пшеница         | Молочные продукты: творог, сливки, сметана, масло                         |
| Семя льна   | Мясные продукты: свинина, говядина  |
| Смесь цветочной пыльцы и меда                         | Свиное сало   |
| Чернослив   | Белково-отрубной хлеб   |
| Крапива   | Аскорбиновая кислота с глюкозой   |
| Слабительные сборы                                    | Активированный уголь  |
| Витамины - А, В, С, Р                                 | Яблочно-морковное пюре  |
| Черноплодная рябина, гранат, изюм, облепиха, шиповник | Красная и черная смородина, крыжовник, клубника, земляника, яблоки, груши |
| Сок свеклы, моркови, красное вино                     | Укроп огородный, фенхель  |
| Редька тертая   | Морская капуста   |
| Хрен, чеснок, лук                                     | Зеленый чай   |
| Грецкие орехи   | Минеральные воды: "Боржоми", "Нарзан", "Ессентуки"                        |

Кроме этого, существуют химические радиопротекторы, снижающие вредное воздействие радиоактивного облучения на человека, которые продаются через аптечную сеть.

Загрязнение радионуклидами поверхностей в помещении можно уменьшить, используя дезактивирующие жидкости: 10%-ный раствор фосфата натрия, 10%-ный раствор щавелевой кислоты, раствор порошка «Защита», а загрязнение рук и других частей тела можно снизить мыльным раствором.

**Материалы и оборудование:** дозиметр ДБГ-06Т или другой тип дозиметра, доклады «О состоянии и охране окружающей среды в Новосибирской области».

#### **Задания:**

1. Изучить источники радиационной опасности для человека в г. Новосибирске и области и сделать сообщение.

2. Определить уровень радиационного загрязнения в помещениях разной этажности и с различной оснащённостью оборудованием.
3. Составить схему миграции радиоизотопов в биосфере.

### **Описание заданий**

**Задание 1.** Изучить источники радиационной опасности для человека в г. Новосибирске и области и сделать сообщение.

Выполняется группой как самостоятельная работа.

1. Выбрать тему для ознакомления из следующего перечня:
  - Фоновое излучение в г. Новосибирске и районах области.
  - Источники техногенного радиоактивного загрязнения на территории города и области.
  - Загрязнение территории области внешним технологическим радиоактивным излучением и его последствия для населения.

Изучить материал в предложенных преподавателем источниках информации.

2. Сделать публичное сообщение по выбранной теме с иллюстративным материалом на 10 минут.
3. Сформулировать и задать остальным студентам 4 вопроса по своей теме.

**Задание 2.** Определить уровень радиационного загрязнения в помещениях разной этажности и с различной оснащённостью оборудованием.

1. Ознакомиться с дозиметрическим прибором, предназначенным для измерения мощности экспозиционной дозы (МЭД) фотонного гамма-излучения.

Так, дозиметр ДБГ-06Т обеспечивает измерение мощности экспозиционной дозы в двух режимах работы: 1) поиск (время измерения не более 5 сек); 2) измерение (время измерения не более 25 сек). Дозиметр работает от автономного источника питания (гальванический элемент типа "Корунд"). Дозиметром можно мерить и эквивалентную дозу. Измерение уровней мощности эквивалентной дозы и экспозиционной дозы в дозиметре осуществляется двумя отдельными группами газоразрядных счетчиков с различными компенсирующими фильтрами. Каждая группа включает два газоразрядных счетчика СБМ-20.

Изучить правила работы прибора и научиться готовить его к работе.

2. Включить прибор и замерить мощность экспозиционной дозы фонового излучения в 6 помещениях по заданию преподавателя. Например, в аудитории четвертого этажа, в микробиологической лаборатории, в лекционном зале, подвальном помещении, в холле третьего этажа (у бюста) и в административном отсеке.

В микробиологической лаборатории замеры сделать у термостатов, ультрафиолетовой лампы и раковины с текущей водой.

Каждый замер провести в 3-4 кратной повторности.

3. Полученные данные занести в таблицу 13.

Таблица 13 – Уровень облучения в обследуемых помещениях

| Обследуемое помещение | Мощность экспозиционной дозы, мкР/час. |
|-----------------------|--|
| Аудитория 4 этажа     |  |
| Лекционный зал        |  |
| Подвал и т. д.        |  |

4. Вычислить средние значения мощности экспозиционной дозы в каждом помещении, проанализировать и сделать выводы.

*Задание 3.* Составить схему миграции радиоизотопов в биосфере.

1. В рабочей тетради составить возможную схему миграции радионуклидов. Использовать следующие 12 компонентов биосферы: атмосфера, вода морей, вода океанов, домашний скот, зоопланктон, континентальные текущие воды, крабы, растения, рыбы, организм человека, почва, фитопланктон.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие виды радиоактивного излучения известны?
2. Что такое «естественный радиационный фон», из чего он складывается и его значения?
3. Какие источники естественного радиоактивного загрязнения есть в Новосибирске?
4. Какие источники техногенного излучения находятся на территории города и области?
5. Назовите внешние для Новосибирской области источники радиоактивного загрязнения ОС. В чем их опасность в настоящее время?
6. Что измеряется в следующих единицах: Р/ч; рад, бэр, Ки ?
7. Каков механизм воздействия радиоактивного излучения на организмы?

## **Занятие 10. Загрязнение среды тяжёлыми металлами**

**Цель:** получить представление об опасности загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, сделать расчет выбросов металлов при сжигании угля и мусора.

Тяжелые металлы (ТМ) – это группа элементов с относительной атомной массой более 50. Появление термина связано с токсичностью и опасностью ТМ для организмов. В группу «тяжелых» вошли и некоторые элементы, жизненная необходимость которых неопровержимо доказана. Это микроэлементы Fe, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn и др. Они тоже отрицательно влияют на организмы, если их концентрация в доступной для организма форме превышает определенные пределы (ПДК). Hg, Cd, Pb, Sn не важны для растений, животных и человека, и опасны даже при низких концентрациях.

В течение долгого времени повышенное содержание ТМ связывали с геохимическими аномалиями природного происхождения. В таких местах



возникали массовые заболевания людей и животных. Сейчас появилось множество аномалий антропогенного происхождения. Антропогенными источниками ТМ в почвах являются промышленные предприятия, транспорт, удобрения (суперфосфаты или гипс, где содержатся Cr, Cd, Co, Cu, Ni, V, Zn, As и др. ТМ), использование в качестве удобрений осадков сточных вод.

Размеры антропогенных источников ТМ в биосфере неизмеримо больше природных. Вклад техногенного Pb в миграцию составляет 94-97%, Cd – 84-89%, Cu – 56-87%, Ni – 66-75%, Hg – 58% и т.д. Загрязнение конкретной территории зависит от специфики производств. Так, 73% меди и 55% кадмия связано с выбросами предприятий, ведущими переплавку руд; 54% эмиссии ртути приходится на сжигание угля; 46% никеля – на сжигание нефтепродуктов, 86% свинца поступало в атмосферу от транспорта.

Содержание ТМ в почвах существенно варьирует в зависимости от типа почвы, близости предприятий и автомагистралей. Например, проблема загрязнения почв свинцом – преимущественно проблема селитебных территорий (промышленных городов и их ближайших пригородов). В их почвах содержание свинца часто в десятки и более раз превышает ПДК.

Предприятия загрязняют почвы, прилегающие к территории, на расстоянии 20-30 км (если источник сильный и расположен по розе господствующих ветров) и на расстоянии в 2 раза меньшее, если источник средней мощности или находится со стороны меньшей повторяемости ветров. Слабые промышленные источники загрязняют почвы до 5 км. Складирование промышленных отходов тоже приводит к загрязнению почв, вод и растений ТМ.

Поступающие от автомобильного транспорта ТМ накапливаются в почве на расстоянии 30-70 м от дороги. При этом на грунтовых дорогах интенсивному воздействию транспортных выбросов подвергаются зоны, удаленные на 30-50 м, на асфальтированных – на 50-70 м.

ТМ относятся к токсикантам, поступающим в организм человека в основном с продуктами питания. По разным оценкам, с растительной пищей поступает от 40 до 80 % ТМ, и только 20-40 % – с воздухом и водой. В животных накопление ТМ происходит при употреблении загрязненных кормов. Это бывает в случае неудачного расположения пастбищ или использования приготовленного загрязненного корма. Рыба и морепродукты способны значительно накапливать ТМ. Поэтому их ловля и сбор нежелательны вблизи крупных городов и в реках, на которых есть опасные виды производств.

Механизм токсичности для людей и животных у всех ТМ примерно одинаков: наиболее часто они связываются белками (сульфгидрильными группами), чем нарушают их функции как переносчиков, ферментов, рецепторов и пр. Сферами избирательной токсичности ТМ являются эпителий почек, печени и кишечника, а также эритроциты и нервные клетки, где наблюдается повышенная концентрация ТМ. Симптомы отравления ТМ тоже по-

хожи: общее недомогание, хроническая усталость, различные диспептические явления. Часто наблюдаются нефропатия, токсическая дистрофия печени, выраженная неврологическая симптоматика и гемолиз.

О токсичности отдельных металлов можно судить по тому, к какому классу опасности они относятся и как влияют на организм (табл. 14-15).

Таблица 14. – Влияние загрязнения среды ТМ на здоровье человека

| Элемент | Заболевания при высоких концентрациях ТМ в организме  |
|---------|---|
| Pb      | Повышение врожденных уродств, мертворождаемости, общий рост заболеваемости, смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. Поражение органов кроветворения, сердечно-сосудистой и нервной систем, печени, почек, нарушение течения беременности, родов, менструального цикла. У детей изменения в легких. |
| Cd      | Нарушение функций почек, ингибирование синтеза ДНК, белков, снижение активности ферментов, замедление поступления микроэлементов (Zn, Cu, Se, Fe), что может вызывать их дефицит.   |
| Zn      | Изменение морфологического состава крови, злокачественные образования; у животных – снижение прироста живой массы, депрессия в поведении, возможность аборт.  |
| Cu      | Увеличение смертности от рака органов дыхания.  |
| Cr      | Изменение иммунологической реакции организма, снижение репаративных процессов в клетках, ингибирование ферментов, поражение печени.   |
| Ni      | Нарушение синтеза белка, РНК и ДНК, развитие выраженных повреждений во многих органах и тканях.   |

Таблица 15. – Классы опасности химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов и отходов

| Класс опасности | Химическое вещество  |
|-----------------|--|
| I               | Мышьяк, ртуть, кадмий, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен |
| II              | Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром             |
| III             | Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетон           |

### **Задания:**

1. Изучить опасность ТМ для живых организмов.
2. Рассчитать выбросы ТМ от теплоэлектростанции.
3. Рассчитать выбросы ТМ от мусоросжигательного завода.
4. Сравнить количество и характер выбросов от данных предприятий по опасности для ОС.

### **Описание заданий**

**Задание 1.** Изучить опасность ТМ для живых организмов.

Ознакомиться с понятием «тяжелые металлы», источниками их появления в ОС и живых организмах, опасности для здоровья.

**Задание 2.** Рассчитать выбросы ТМ от теплоэлектростанции.

1. Выбросы тяжелых металлов рассчитать по классам опасности. Для расчета использовать формулу:

$$M_{1i} = 30 \times q_{1i} \times m_1 \times t, \quad \text{где}$$

$M_{1i}$  – количество тяжелых металлов, кг;  $q_{1i}$  – удельный выброс  $i$ -го металла, мг/кг топлива;  $m_1$  – расход угля на ТЭЦ, т/сут.;  $t$  – расчетный период, мес.

2. Задание выполнять по вариантам, используя исходные данные:

| Показатели                      | Вариант |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                 | 1       | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| Расход угля на ТЭЦ, т/сут.      | 7       | 6,5 | 5   | 5,5 | 6   | 7,5 | 7   | 5,5 | 6   | 6,5 |
| Масса сжигаемого мусора, т/сут. | 1,8     | 2,0 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,7 |
| Расчетный период, мес.          | 6       | 5   | 6   | 5   | 4   | 6   | 3   | 5   | 6   | 3   |

3. Удельный выброс ( $q_{1i}$ ) ТМ найти в таблице 16:

Таблица 16 – Удельный выброс тяжелых металлов с золой при сжигании угля и мусора, мг/кг топлива

| Металл   | Мусоросжигательный завод | Угольная электростанция |
|----------|--------------------------|-------------------------|
| Мышьяк   | 180                      | 490                     |
| Барий    | 2100                     | 1900                    |
| Бериллий | 4                        | 30                      |
| Кадмий   | 500                      | 30                      |
| Хром     | 650                      | 370                     |
| Кобальт  | 140                      | 40                      |
| Медь     | 1450                     | 300                     |
| Свинец   | 20000                    | 2100                    |
| Ртуть    | 130                      | 5                       |
| Стронций | 290                      | 1800                    |
| Ванадий  | 160                      | 850                     |
| Цинк     | 48000                    | 2800                    |

**Задание 3.** Рассчитать выбросы ТМ от мусоросжигательного завода.

1. Выбросы тяжелых металлов рассчитать по классам опасности. Для расчета использовать формулу:

$$M_{2i} = 30 \times q_{2i} \times m_2 \times t, \quad \text{где}$$

$M_{2i}$  – количество ТМ, кг;  $q_{2i}$  – удельный выброс  $i$ -го металла, мг/кг мусора;  $m_1$  – масса сжигаемого мусора, т/сут.;  $t$  – расчетный период, мес.

2. Определить количество образовавшихся за год при сжигании мусора шлаков, если известно, что из 3,5 т мусора получается 1 т шлаков. Количество дней работы мусоросжигательного завода – 320.

**Задание 4.** Сравнить количество и характер выбросов от данных предприятий по опасности для ОС.

Сравнить количество выбросов от ТЭЦ и мусоросжигательного завода по классам опасности. Сделать выводы о степени влиянии этих предприятий на окружающую среду и здоровье человека

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое «тяжелые металлы»? Какие элементы к ним относятся?
2. Поступление каких ТМ в окружающую среду в основном связано с антропогенными источниками?
3. Охарактеризуйте опасные производства с точки зрения эмиссии ТМ.
4. В чем опасность ТМ как экотоксикантов?
5. Перечислите металлы, относящиеся к 1 классу опасности. Охарактеризуйте их влияние на организм при высоких концентрациях.
6. Перечислите металлы, относящиеся ко 2 классу опасности. Охарактеризуйте их влияние на организм при высоких концентрациях.
7. Назовите общие симптомы, проявляющиеся в организме при концентрировании в нем ТМ.

## **Занятие 11. Определение состояния природной воды**

**Цель:** научиться определять некоторые показатели состояния воды, изучить органолептические свойства питьевой воды в разных районах Новосибирской области.

Вода входит в состав всех жидкостей и тканей человеческого тела, составляя 65% всей его массы. Потеря воды опаснее для организма, чем голодание: без пищи человек может прожить больше месяца, без воды – неделю. Здоровье человека напрямую зависит и от загрязнения питьевой воды. В 1984 году ВОЗ выпустило «Руководство по контролю качества питьевой воды», на основании которого были разработаны нормативы других государств, регламентирующие содержание в питьевой воде органических и минеральных примесей. Рекомендации ВОЗ явились результатом многолетних фундаментальных исследований и основаны на понятии допустимого суточного потребления нежелательных химических элементов и веществ (в странах ЕС – переносимого суточного потребления). В России требования к качеству питьевой воды централизованного водоснабжения установлены в Санитарных правилах и нормах СанПиН 2.1.4.1074-0, нецентрализованного водоснабже-

ния – в СанПиН 2.1.4.1175-02, утвержденных Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации соответственно 26.09.2001 и 25.11.2002.

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Органолептические свойства воды, непосредственно влияющие на обоняние, осязание и зрение человека, вместе с температурой относят к физическим показателям качества воды. Это запах, привкус, цветность, прозрачность и мутность.

Химические показатели характеризуют химический состав воды. К ним обычно относят: водородный показатель воды pH, жесткость и щелочность, минерализацию (сухой остаток), содержание органических и неорганических веществ. В настоящее время в России число вредных веществ, нормируемых по предельно допустимой концентрации (ПДК), составляет более 1300 наименований. Новосибирский «Горводоканал» определяет из них более 45. Это хлор остаточный свободный, аммоний-ион, хлорид-ион, нитрат-ион, нитрит-ион, фосфат-ион, сухой остаток, алюминий свинец, медь, железо общее, мышьяк, хлороформ, фенольный индекс, нефтепродукты и др.

Санитарно-бактериологические показатели характеризуют общую бактериальную загрязненность воды, загрязненность ее кишечной палочкой, содержание в воде токсичных и радиоактивных компонентов.

Поскольку большая часть населения России использует воду из поверхностных источников, важно охарактеризовать ее качество по органолептическим свойствам. Большинство таких показателей можно определить фотокolorиметрически, лишь вкус и запах не поддаются измерению, поэтому их определяют экспертным путем с оценкой интенсивности в баллах. Для органолептических свойств воды существуют предельные нормативы: запах и привкус – не более 2 баллов, цветность – 20°, мутность – 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Отбор проб для определения производят в соответствии с ГОСТ Р 51232-98 и Р 51592-2000 в объеме не менее 500 мл. Пробы для определения органолептических свойств воды не консервируют.

Задание отобрать и принести для анализа образцы природной воды с территории постоянного проживания студенты получают за несколько дней до занятия.

#### ***Задания:***

1. Определить интенсивность запаха воды.
2. Оценить ее вкус и привкус.
3. Выявить цветность воды.
4. Определить значение водородного показателя пробы воды.

#### ***Описание заданий***

*Задание 1.* Определение интенсивности запаха воды.

Запах воды обусловлен наличием в ней летучих пахнущих веществ, которые попадают в нее с водосборной площади или со сточными водами. Интенсивность запаха воды определяют экспертным путем при 20°C и 50°C и измеряют в баллах.

**Материалы и оборудование:** пробы воды; цилиндр на 100 мл, 2 колбы на 250 мл, одна из которых обязательно термостойкая; водяная баня.

1. При температуре 20°C отмерить 100 мл исследуемой пробы воды в колбу на 250 мл. Колбу закрыть корковой пробкой, содержимое несколько раз встряхнуть вращательным движением, открыть пробку и быстро определить вид, характер проявления и интенсивность запаха.

По виду запах отнести к группам:

- Запах естественного происхождения: рыбный, травяной, гнилостный, ароматический, болотный, древесный, землистый, плесневый, сероводородный, неопределенный.
- Запах искусственного происхождения: хлорфенольный, камфорный, бензиновый, хлорный и др.

Характер проявления запаха и его интенсивность определить по пятибалльной шкале, представленной в таблице:

| Интенсивность запаха | Характер появления запаха  | Оценка интенсивности, балл |
|----------------------|--|----------------------------|
| Нет                  | Запах не ощущается   | 0                          |
| Очень слабая         | Запах не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании | 1                          |
| Слабая               | Запах замечается потребителем, если обратить на это его внимание                 | 2                          |
| Заметная             | Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде                   | 3                          |
| Отчетливая           | Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья               | 4                          |
| Очень сильная        | Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению              | 5                          |

2. Отмерить 100 мл воды в другую колбу, закрыть пробкой и нагреть на водяной бане до 50°C. Содержимое колбы встряхнуть, колбу открыть и быстро определить характер и интенсивность запаха.

3. Сравнить интенсивность запаха пробы при 20°C и 50°C с предельным значением ГОСТ 2874-73 по питьевой воде. Сделать вывод о загрязненности исследуемой пробы воды.

**Задание 2.** Оценить вкус и привкус воды.

Оценку вкуса проводят у питьевой природной воды при отсутствии подозрений на ее загрязненность. Различают 4 вкуса: соленый, кислый, горький, сладкий. Остальные вкусовые ощущения считаются привкусами (солончатый, горьковатый, металлический, хлорный и т.п.).

1. Анализируемую воду набрать в рот и задержать на 3–5 сек, не проглатывая, после чего воду сплюнуть.

2. Оценить вкус и привкус в баллах, пользуясь данными таблицы 17.

Таблица 17 – Характер и интенсивность вкуса и привкуса

| Интенсивность вкуса и привкуса | Характер проявления вкуса и привкуса  | Оценка интенсивности, балл |
|--------------------------------|---|----------------------------|
| Нет                            | Вкус и привкус не ощущаются   | 0                          |
| Очень слабая                   | Вкус и привкус сразу не ощущаются потребителем, но обнаруживаются при тщательном тестировании | 1                          |
| Слабая                         | Вкус и привкус замечаются, если обратить на это внимание                                      | 2                          |
| Заметная                       | Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о качестве воды              | 3                          |
| Отчетливая                     | Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от употребления            | 4                          |
| Очень сильная                  | Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению                  | 5                          |

Для питьевой воды допускаются значения показателей вкуса и привкуса не более 2 баллов.

*Задание 3.* Выявить цветность воды.

Цветность – естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Иногда встречается антропогенное загрязнение воды соединениями, образующими окрашенные растворы и имеющими высокий коэффициент светопоглощения. Цветность воды определяют визуально или фотометрически, сравнивая окраску пробы с окраской условной 1000-градусной шкалы цветности воды, приготавливаемой из смеси бихромата калия  $K_2Cr_2O_7$  и сульфата кобальта  $CoSO_4$ . Предлагаемый ниже метод определения цветности является наиболее простым, и, в то же время, рекомендован ГОСТ 1030-81.

**Материалы:** пробирка стеклянная высотой 15-20 см, белая бумага.

1. Заполнить пробирку пробой воды до высоты ~12 см.

2. Определить цветность пробы, рассматривая пробирку сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении.

3. Отметить наиболее подходящий оттенок из приведенного ряда: слабо-желтоватая, светло-желтоватая, желтая, интенсивно-желтая, коричневая, красно-коричневая, другая (указать какая).

**Задание 4.** Определить значение водородного показателя пробы воды.

Водородный показатель (рН) характеризует содержание в водном растворе ионов водорода (логарифмическая шкала). В питьевой воде допускаются значения рН от 6,0 до 9,0 единиц.

Для определения рН обычно используют рН-метрию. Для быстрого (сигнального) анализа можно использовать рН-индикаторную бумагу. Точность такого определения  $\text{pH} \pm 1$ .

**Материалы:** универсальная индикаторная бумага, 4 стандартные пробирки, вода исследуемая, вода дистиллированная (контроль).

1. Налить пробы воды в 3 пробирки. Смочить в каждой концы лакмусовых бумажек.

2. Контрольную пробу дистиллированной воды налить в четвертую пробирку. Опустить в нее конец лакмусовой бумаги.

3. Сравнить полученные результаты между собой и со стандартной шкалой.

4. Сделать общий вывод об органолептическом состоянии воды и ее рН в разных местах Новосибирской области.

#### **Контрольные вопросы**

1. Назовите группы показателей качества воды и охарактеризуйте каждую.

2. В каких документах на территории Российской Федерации установлены требования к качеству воды?

3. Что такое органолептические свойства воды. Какими методами их оценивают?

4. Расскажите методику оценки интенсивности запаха воды.

5. Как определяется цветность воды?

6. Назовите ПДК для органолептических показателей.

7. Что характеризует показатель рН? Как его оценивают в пробах воды?

### **Занятие 12. Определение жесткости воды**

**Цель:** Определить карбонатную, некарбонатную и общую жесткость проб питьевой воды из разных районов области.

Важнейшим свойством природных вод является их жесткость, обусловленная содержанием в воде растворимых солей кальция и магния. В жесткой воде плохо развариваются продукты, богатые белками, т.к. те образуют со щелочноземельными металлами жесткие нерастворимые соединения. Чай в жесткой воде дает слабый настой, делается мутноватым и утрачивает вкусовые ка-



чества. При мытье тела и при стирке белья жесткая вода требует излишней траты мыла. Оно связывается известью и магнием в нерастворимые жирнокислые соединения. В самоварах и паровых котлах жесткая вода дает большую накипь. Слой накипи уменьшает теплопроводность стенок котлов, что приводит к их перегреву, ускоренной коррозии и, в конечном итоге, к взрыву котлов.

Жесткие воды считаются непригодными для многих промышленных целей: в красильном деле, для пивоварения и пр. В качестве питьевой воды непосредственного вреда организму жесткие воды обычно не приносят.

Жесткость, вызванная присутствием гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3^-$ ) и карбонатов кальция и магния, называется *временной или карбонатной жесткостью*, поскольку устраняется кипячением. Жесткость, обусловленная хлоридами и сульфатами этих металлов, не устраняется при кипячении. Этот вид жесткости называется некарбонатной или *постоянной жесткостью*. Суммарная жесткость воды, обусловленная присутствием всех ионов, носит название *общей жесткости*.

Жесткость воды (степень жесткости) выражают в миллиграмм эквивалентах (мг-экв) ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в 1 л воды. 1 мг-экв/л соответствует содержанию в 1 л воды 20,04 мг кальция или 12,16 мг магния. С 1 января 2014 года в России введен межгосударственный стандарт ГОСТ 31865-2012 «Вода. Единица жесткости». По новому ГОСТу жесткость выражается в градусах жесткости ( $^{\circ}\text{Ж}$ ). 1  $^{\circ}\text{Ж}$  соответствует концентрации щелочноземельного элемента, численно равной 1/2 его миллимоля на литр (1  $^{\circ}\text{Ж}$  = 1 мг-экв/л).

По величине общей жесткости различают воду мягкую (до 2  $^{\circ}\text{Ж}$ ), средней жесткости (2-10  $^{\circ}\text{Ж}$ ) и жесткую (более 10  $^{\circ}\text{Ж}$ ).

#### **Задания:**

1. Определить временную (карбонатную) жесткость воды.
2. Определить общую жесткость воды.
3. Рассчитать постоянную жесткость питьевой воды.

#### **Описание заданий**

**Задание 1.** Определить временную (карбонатную) жесткость воды.

Определение жесткости воды, содержащей гидрокарбонаты кальция и магния, производится титрованием воды хлороводородной кислотой  $\text{HCl}$  в присутствии индикатора – метилового оранжевого.

**Материалы и реактивы:** колба объемом 250 мл, мерный цилиндр, бюретка для титрования, индикатор метиловый оранжевый, 0,1н раствор хлороводородной кислоты  $\text{HCl}$ .

1. В коническую колбу на 250 мл отмерить с помощью мерного цилиндра 100 мл исследуемой воды. Добавить 2-3 капли метилового оранжевого.
2. В приготовленную бюретку налить 0,1н раствор хлороводородной кислоты. Установить уровень на нулевое деление и по каплям приливать  $\text{HCl}$  в

воду. Конец реакции определить по изменению цвета метилоранжа из жёлтого в оранжево-розовый (рН около 4,5).

Определить объем израсходованной на титрование кислоты. Титрование повторить еще раз. Результаты записать.

3. Рассчитать временную жесткость воды по следующей формуле:

$$A = n \cdot F \cdot 4,4 \cdot 1000/V = \text{CO}_2 \text{ мг/л, где:}$$

$n$  – количество 0,1н HCl, пошедшей на титрование пробы, мл;

$F$  – поправка на 0,1н HCl;

$V$  – количество мл пробы;

4,4 – коэффициент: 1 мл 0,1н HCl освобождает 4,4 мг  $\text{CO}_2$  из карбонатов;

1000 – перевод на литр.

Для пересчёта в мг/эquiv. пользуются уравнением:  $A \times 0,0227 = \text{мг/эquiv.}$

**Задание 2.** Определить общую жесткость воды.

Существует несколько методов определения общей жёсткости природных вод. Один из них – метод Варта-Пфейфера. При этом методе кальций и магний в исследуемой воде осаждают раствором щелочной смеси, состоящей из NaOH и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , а непрореагировавший раствор оттитровывают раствором соляной кислоты.

**Материалы и реактивы:** колба объемом 250 мл, мерный цилиндр, бюретка для титрования, индикатор метиловый оранжевый, 0,1н раствор хлороводородной кислоты HCl, 0,1н раствор NaOH, 0,1н раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

1. Для лучшего осаждения кальция и магния их сначала нужно связать соляной кислотой, переводя в хлориды, т.е. выполнить *задание 1* (поэтому можно использовать водный раствор предыдущего задания).

2. Добавить к пробе воды 20 мл 0,1н раствора щелочной смеси (10 мл 0,1н NaOH и 10 мл 0,1н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

3. Полученный раствор кипятить 5 минут от момента появления первых пузырьков кипения. Затем охладить и профильтровать через складчатый фильтр, предварительно смоченный дистиллированной водой. Раствор довести до метки 100 мл дистиллированной водой.

4. К фильтрату добавить 2 капли индикатора метилового оранжевого и титровать 0,1н раствором HCl до перехода окраски в оранжево-розовую. Титрование повторить еще раз.

5. Рассчитать временную жесткость воды по следующей формуле:

$$\text{CaO, мг/л} = [(B - A) \cdot F \cdot 2,8 \cdot 1000] / 100, \text{ где:}$$

$B$  – количество 0,1н HCl, пошедшей на титрование пробы с добавленной щелочной смесью, мл;

$A$  – количество 0,1н HCl, пошедшей на титрование пробы при выполнении *задания 1*, мл;

F – поправка на 0,1н HCl;

V – количество мл пробы;

2,8 – коэффициент: 1 мл 0,1н HCl освобождает 2,8 мг CO<sub>2</sub> из хлоридов;

1000 – перевод на литр.

Пересчитать результат в мг-экв/л = °Ж.

Сравнить результат с ПДК жесткости.

**Задание 3.** Рассчитать постоянную жесткость питьевой воды.

Для расчета воспользуйтесь уравнением:

Общая жесткость = постоянная жесткость + временная жесткость.

Сделать для заданий 1,2 и 3 общие выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое жесткость воды?
2. Какие есть виды жесткости.
3. Какому содержанию Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> соответствует жесткость 1 мэкв/л?
4. Какую реакцию имеет вода, обладающая временной жесткостью, и почему?
5. Почему временная жесткость устраняется кипячением?
6. Как определить временную жесткость воды?
7. Как определить общую жесткость воды?

## **Тема: Экологические проблемы региона и области**

### **Занятие 13. Нарушенность основных биомов в Новосибирской области**

**Цель:** ознакомиться с принципами выделения природоохранных районов и дать характеристику нарушенности почвенного покрова, растительного покрова и животного мира в биомех Новосибирской области.

Новосибирская область расположена в юго-восточной части Западной Сибири, на стыке основных биомов: тайги, подтайги, лесостепи, степи. Таежная и степная зоны находятся всего лишь в двухстах километрах друг от друга.

Земельный фонд Новосибирской области составляет 17775, 6 тыс. га. Лесопокрываемая площадь составляет 36,3 %, болотами занято 17 % площади. Незначительную долю занимают земли природоохранного (0,017%) оздоровительного и рекреационного назначения. Больше половины земель (10667,4 тыс. га) имеют сельскохозяйственное значение и заняты пашней, сенокосами и пастбищами. Основная зерновая культура в области – яровая пшеница, сеют также овёс и ячмень. Выращивают в области картофель и овощи, кормовые культуры, рожь, горох, гречиху, лён, есть плодово-ягодные питомники, где культивируют смородину, облепиху, малину, яблоню. На полях встреча-

ется около 360 видов сорных растений, причем в последние годы из-за прохождения по территории области крупных транспортных магистралей и значительного увеличения грузоперевозок автомобильным транспортом, отмечается проникновение многих сорных растений из европейской части и более южных районов Казахстана и Средней Азии.

Среди основных типов почв Новосибирской области можно отметить черноземные, серые и темно-серые лесные почвы, подзолистые, каштановые, болотные, солонцы и солончаки. Площадь эрозионноопасных земель составляет 1345,8 тыс. га, а площадь эродированных земель – 418,0 тыс. га.

Общее санитарное состояние насаждений лесов Новосибирской области в целом – удовлетворительное, но в лесах области обострились экологические проблемы, которые связаны с массовым посещением людей, воздействием промышленных выбросов, непродуманной застройкой, прокладкой дорог, недопустимо большими объемами рубки деревьев. Совокупность этих факторов способствует общему ослаблению деревьев, поражению вредителями и болезнями. По данным Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области, в 2014 г. на территории земель лесного фонда произошло 305 лесных пожаров на общей площади 2 492 га, из них на покрытой лесом площади 2 123 га. Лесные пожары произошли по следующим причинам: по вине граждан – 159 пожаров, сельскохозяйственные палы – 99 пожаров, переход с земель иных категорий – 32 пожара, по вине других организаций – 9 пожаров, от грозových разрядов – 5 и 1 пожар по вине лесозаготовителя (Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2014 году»).

На участках усиленного пресса хозяйственной деятельности в области меняется разнообразие видов животных и растений, устойчивость экосистем ослабевает и создаются зоны экологического кризиса, которые при отсутствии сдерживающих факторов могут расширяться.

На севере области нарушенность природной среды носит пока очаговый характер и связана преимущественно с ведением разведки и газонефтедобычи. В районах Присалаирья нарушенность природной среды отмечается в местах золотодобычи и заготовки леса и носит локальный характер. Наибольшему же антропогенному воздействию подвержены лесостепная и степная части области (представленные преимущественно агроландшафтами), где находятся основные районы земледелия и животноводства, ведется промышленное строительство, продолжается развитие и совершенствование коммуникационной инфраструктуры области.

Основные факторы нарушения природных комплексов в области:

1. Рубка лесов и транспортировка древесины.
2. Неупорядоченное движение гусеничного транспорта.
3. Сильная распаханность территории.

4. Пастбищная дигрессия почв.
5. Распаханность в сочетании с водной эрозией.
6. Распаханность в сочетании с дефляцией.
7. Загрязнение почв и вод минеральными удобрениями и пестицидами.
8. Чрезмерная рекреационная нагрузка на территорию.
9. Очаговые нарушения промышленными разработками каменного угля, строительного камня, известняка, цементного сырья.
10. Загрязнение территории нефтепродуктами.

Территория Новосибирской области разбита на 20 природоохранных районов. В каждом из них определена степень нарушенности трех компонентов: почвенного покрова, растительного покрова, животного мира.

При ненарушенной и малонарушенной степени сельскохозяйугодья занимают не более 10% территории района. Почвенный покров минимально нарушен геологоразведочными работами и дорожным строительством. Растительный покров с мало нарушенной структурой и неизменным флористическим составом. Незначительно ухудшено состояние местообитаний животных; нет тенденции к снижению численности млекопитающих и птиц.

При слабой степени нарушенности сельскохозяйугодья занимают 10-30% территории района. В почвенном покрове отмечаются незначительные очаговые нарушения, связанные с распашкой. В растительном покрове наблюдаются очаги с нарушенной структурой и частично измененным составом растительности. Кормовые угодья занимают 15-20% площади района. Леса ограниченного использования с сохранившейся естественной структурой. Животный мир характеризуется ухудшением состояния местообитаний и тенденцией к уменьшению численности охотничье-промысловых видов.

Средняя степень нарушенности бывает, если сельхозугодья занимают от 30 до 60% территории района. Нарушения почвенного покрова обусловлены значительной распашкой (до 30% площади района) пахотно-пригодных и частично пахотно-непригодных (засоленных и солонцеватых) почв и очаговым проявлением водной эрозии. На основных площадях – растительный покров с сохранившейся естественной структурой, кормовые угодья занимают до 40% от площади района и имеют очаговую пастбищную дигрессию. Для животного мира характерно незначительное сокращение мест, пригодных для обитания, уменьшение численности охотничье-промысловых видов животных.

Сильная степень нарушенности бывает, если сельскохозяйственные угодья составляют от 60 до 80% территории района. Нарушения почвенного покрова вызваны сплошной распашкой (более 50% площади района) пахотно-пригодных и частично пахотно-непригодных почв, интенсивным развитием водной эрозии и очагов дефляции почв. Площади естественной растительности сильно сокращены, кормовые угодья занимают 15-35% площа-

ди района и значительно подвержены пастбищной дигрессии. На лесных массивах преобладают мелколиственные леса и невозобновимые вырубки. В животном мире отмечается значительное нарушение мест, пригодных для обитания, сильное сокращение численности большинства охотничье-промысловых видов животных.

При очень сильной степени нарушенности сельскохозяйственные угодья занимают более 80% территории района. В почвенном покрове нарушения вызваны сплошной распашкой почв, интенсивным развитием дефляционных процессов на пахотных и кормовых угодьях. Естественная растительность занимает незначительные площади и сильно изменена неумеренным выпасом скота. Кормовые угодья составляют 30-40% площади района, подвержены сильной дигрессии и вторичному засолению. В животном мире практически полностью нарушены места, пригодные для обитания. Очень сильно сокращена численность охотничье-промысловых видов животных.

В соответствии со степенью нарушенности компонентов разрабатываются природоохранные мероприятия для каждого природоохранного района. Специфика мер по охране природы во многом зависит от природной зоны.

**Материалы:** контурные карты Новосибирской области, карта «Охраны природы Новосибирской области», приложение к карте, доклады по ООС Новосибирской области.

#### **Задания:**

1. Ознакомиться с состоянием биомов и нанести на контурную карту Новосибирской области границы зон их нарушенности.
2. Охарактеризовать степень нарушенности трех основных компонентов биомов.
3. Наметить пути улучшения состояния природных экосистем и агро-экосистем.
4. Сравнить предлагаемые Вами пути с программой природоохранных мероприятий области.

#### **Описание заданий**

**Задание 1.** Ознакомиться с состоянием биомов и нанести на контурную карту Новосибирской области границы зон их нарушенности.

Скопировать контурную карту Новосибирской области. Изучить 20 природоохранных районов области по карте «Охрана природы Новосибирской области». Нанести на контурную карту общие границы зон нарушенности лесной и степной зон, северной и южной лесостепи и Приобья.

**Задание 2.** Охарактеризовать степень нарушенности трех основных компонентов биомов.

Используя приложение к карте «Охрана природы Новосибирской области», выписать в тетрадь характеристики нарушенности почвенного покрова, растительного покрова и животного мира помеченных Вами зон.

**Задание 3.** Наметить пути улучшения состояния природных экосистем и агроэкосистем.

Используя полученные знания экологической направленности, предложить системы мероприятий по восстановлению и улучшению почвенных, животных и растительных ресурсов в степи, лесной зоне, северной и южной лесостепи и в Приобье.

**Задание 4.** Сравнить предлагаемые Вами пути с программой природоохранных мероприятий области.

Для выполнения задания следует воспользоваться интернет-сайтом правительства Новосибирской области или приложением к карте «Охрана природы Новосибирской области».

#### ***Контрольные вопросы***

2. Каковы критерии выделения экосистем в ранг «нуждающиеся в охране»?
3. Назовите основные факторы нарушения природных комплексов в Новосибирской области.
4. Каковы причины потери плодородия почв в области?
5. Как это исправить в степной зоне?
6. Как следует хозяйствовать в агроэкосистемах Приобского плато?
7. Какие мероприятия необходимо проводить для сохранения леса?
8. Какие мероприятия необходимо проводить для сохранения животного мира?

### **Занятие 14. Особо охраняемые природные территории**

**Цель:** познакомиться с особо охраняемыми территориями Новосибирской области, научиться выделять и различать категории таких территорий.

*Особо охраняемые природные территории (ООПТ)* – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

ООПТ относятся к объектам общенационального достояния. Отношения в области организации, охраны и использования особо охраняемых природных территорий регулирует Федеральный закон № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 г. (с изменениями и дополнениями от 30 декабря 2001 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 9 мая 2005 г., 4 декабря 2006 г., 23 марта, 10 мая 2007 г., 14, 23 июля, 3, 30 декабря 2008 г., 27 декабря 2009 г., 18 июля, 21, 30 ноября 2011 г., 25 июня 2012 г., 28 декабря 2013 г., 12 марта, 23 июня, 14 ок-

тября, 31 декабря 2014 г., 13 июля 2015 г.). С интернет-версией закона можно ознакомиться на сайте <http://base.garant.ru/10107990>.

Категории ООПТ: государственные природные заповедники (в т. ч. биосферные), национальные парки, природные парки, государственные природные заказники, памятники природы, дендрологические парки и ботанические сады.

*Государственные природные заповедники* – это территории, на которых природные комплексы и объекты навечно берутся под охрану и изымаются из хозяйственного использования. Стали создаваться в нашей стране еще в начале 20 века. Практически не имеют аналогов в мире, т.к. за рубежом подобные территории занимают только охраной и просветительством, а в России заповедник является научным учреждением. Посетители в заповедники не допускаются.

*Национальные парки* – территории с природными комплексами, имеющими особую экологическую и эстетическую ценность, предназначенные для регулируемого туризма. Первые национальные парки были созданы в России в 1983 и 1984 годах: «Сочинский», «Лосиный остров» и «Самарская Лука». Первый национальный парк в мире был создан в США в 1872 году. Это всемирно известный Йеллоустонский национальный парк, где находится свыше 3000 гейзеров, т.е. две трети от всех известных в мире.

*Государственные природные заказники* – территории, где на определенный срок (обычно 10 лет) берутся под охрану для восстановления и сохранения отдельные природные комплексы или виды (животные промыслового значения, ботанические объекты). Территория заказника может использоваться для ведения хозяйства в такой форме, которая не наносит ущерба охраняемому объекту или комплексу.

*Памятниками природы* объявляются уникальные, невосполнимые и ценные природные комплексы и объекты. Здесь запрещена любая деятельность. Охрана памятников природы возлагается на землепользователей, а контроль соблюдения режима охраны – на органы охраны природы.

*Природные парки* – природоохранные рекреационные территории в региональной собственности. *Дендрологические парки* и *ботанические сады* – учреждения, сохраняющие специальные коллекции растений.

Всего в РФ (по состоянию на 2014 г.) более 13 тысяч ООПТ федерального, регионального и местного значения, общая площадь которых с учётом морских акваторий превышает 200 млн га, что составляет 11,9 % от площади территории России (без учёта акваторий – 11,3 %). Процентное распределение площади ООПТ по их категориям отражено на рисунке 3.



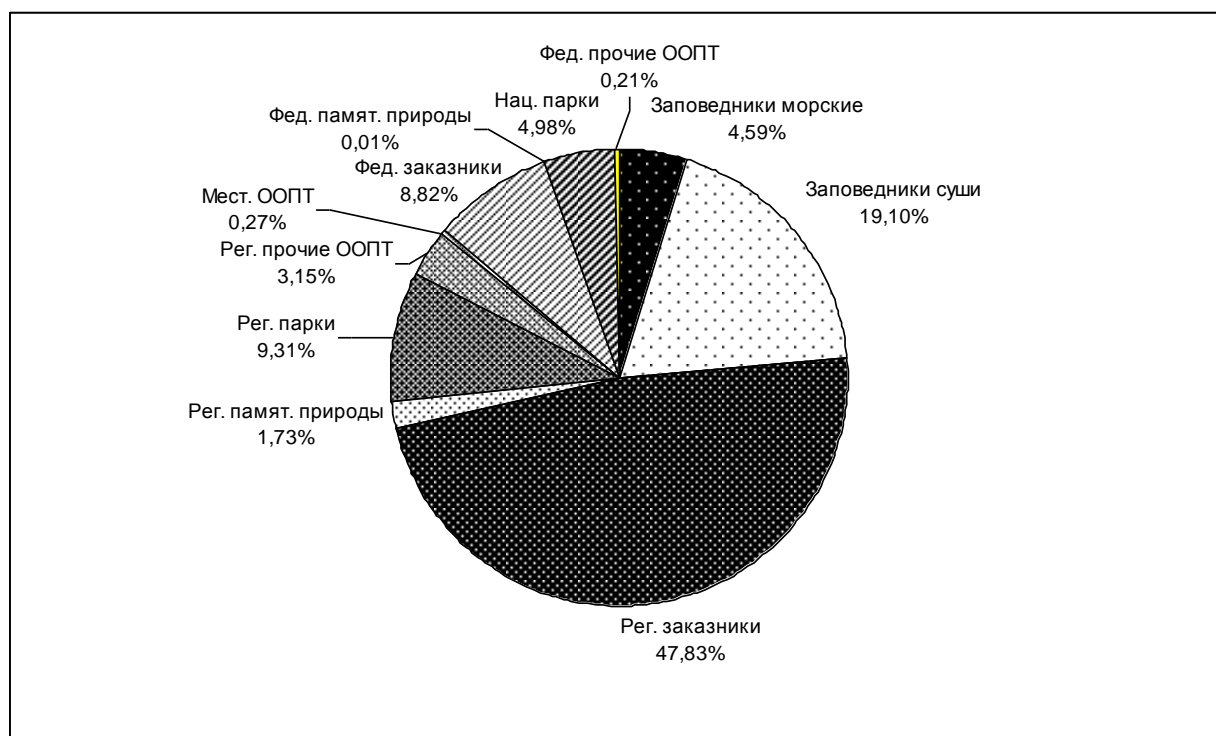


Рис. 3 – Распределение особо охраняемых природных территорий (ООПТ) России по категориям (по данным АНО «НЭРА»)

Федеральное значение имеют 299 ООПТ. Они находятся под управлением Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Это 102 государственных природных заповедника, 46 национальных парков и 70 государственных природных заказников, а также памятники природы и прочие ООПТ. Общая площадь ООПТ федерального значения составляет 59,2 млн га (с учетом морских акваторий) или 48,3 млн га (без акваторий).

Часть ООПТ России попадает под регламенты международных программ: «Список Всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО», «Водно-болотные угодья международного значения» – список Рамсарской конвенции (состоялась в феврале 1971 г. в Иране в г. Рамсар), списки «Ключевых орнитологических территорий» (КОТР) и «Ключевых ботанических территорий» и др.

В Новосибирской области сформирована сеть особо охраняемых природных территорий из 80 ООПТ общей площадью 1 467,22 тыс. га (8,2 % от общей площади территории Новосибирской области. По состоянию на 31.12.2014 г. сюда вошли:

- 1 государственный природный заказник федерального значения «Кирзинский»;
- 24 биологических заказника регионального значения;
- 54 памятника природы регионального значения;
- 1 особо охраняемая природная территория местного значения «Городской парк «Бердская коса».

Каждая созданная особо охраняемая территория имеет документ, в котором установлено, что разрешено и что запрещено делать на этой территории. Это может быть устав, положение или паспорт.

Значение ООПТ:

1. выступают регуляторами экологического равновесия, тем самым осуществляя одну из самых эффективных форм природопользования;
2. удовлетворяют насущную потребность людей в прямом и опосредованном контакте с сохраненной природой;
3. воспитывают гуманное и бережное отношение к природе, возрождают экологические и народные традиции.

**Материалы:** контурные карты Новосибирской области, атласы Новосибирской области с картами по охране природы, доклады по ООС Новосибирской области.

**Задания:**

5. Ознакомиться с понятием и назначением особо охраняемых природных территорий и категориями ООПТ.
6. Нанести на контурную карту федеральный и региональные заказники Новосибирской области.
7. Дать характеристику профиля каждого из заказников и составить список видов, подлежащих охране.

**Описание заданий**

**Задание 1.** Ознакомиться с понятием и назначением особо охраняемых природных территорий и категориями ООПТ.

Письменно дать определения понятий «заповедник», «особо охраняемые природные территории», «национальный парк», «заказник», «памятник природы». Выделить их задачи. Соотнести в процентах, сколько ООПТ и каких категорий находится в России в федеральном, региональном и местном подчинении?

**Задание 2.** Нанести на контурную карту федеральный и региональные заказники Новосибирской области.

По предложенной справочной литературе выявить, какие охраняемые природные территории есть в лесной, лесостепной, степной и Присалаирской зонах Новосибирской области. Нанести их на контурную карту Новосибирской области карту.

**Задание 3.** Дать характеристику профиля каждого из заказников и составить список видов, подлежащих охране.

В рабочих тетрадях составить список заказников Новосибирской области. Указать местонахождение, площадь каждого заказника, его профиль (например, охраняются гидрологический режим, ценные виды рыб, птицы и т.д.). Составить список охраняемых видов и природных комплексов.

**Контрольные вопросы**

1. ООПТ в определении МСОП, основные задачи ООПТ?
2. Охарактеризуйте заповедники России: их число, распространение и назначение.
3. Дайте определение государственного природного заказника и памятника природы. Назовите особенности режима их функционирования.
4. Охарактеризуйте разнообразие государственных природных заказников в лесной, лесостепной и степной зонах Новосибирской области.
5. Какая специализация у заказников Новосибирской области?
6. Можно ли решить проблему охраны природы только созданием особо охраняемые природные территории?

### **Занятие 15. Красная книга**

**Цель:** ознакомиться с особенностями содержания Красных книг, изучить животных и растения Красной книги Новосибирской области.

Одной из проблем, сопровождающих научно-технический прогресс и неумеренное антропогенное давление на природу, является проблема уменьшения биологического разнообразия планеты. Ее освещением и составлением списков видов, нуждающихся в особой охране в разных регионах, занимается Международный союз охраны природы (МСОП). Эта международная некоммерческая организация имеет статус наблюдателя при Генеральной Ассамблее ООН. Созданная в 1948 году со штаб-квартирой в городе Гланде в Швейцарии, она объединяет 82 государства, в том числе Россию.

Списки редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов получили название Красной книги. Наиболее информативной справочной системой по охранному статусу видов планеты является Красная книга МСОП. В ней все виды распределены на 9 категорий:

1. Исчезнувший (Extinct, EX) – вид, который исчез после смерти последнего представителя. Сюда не относятся животные, вымершие до 1500 года.
2. Исчезнувший в природе (Extinct in the Wild, EW) – вид, полностью истреблённый в природе, но сохранённый в неволе.
3. Находится под критической угрозой (Critically Endangered, CR) – виды, количество особей которых в природе не превышает нескольких сотен.
4. Находится под угрозой (Endangered, EN) – вид, количество особей которого довольно велико, но в силу ряда причин нельзя сказать, что он не исчезнет в течение нескольких лет.
5. Уязвимый (Vulnerable, VU) – многочисленный вид, который всё ещё находится в опасности (например, из-за вырубki леса).
6. Близкий к угрозе вымирания (Near Threatened, NT) – вид, который практически стоек, но ещё не в безопасности.
7. Находится под небольшой угрозой (Least Concern, LC) – вид, который настолько многочислен, что сомнительно, что он попадёт под угрозу вымирания через десятки лет. С 2009 года к категории LC причислены люди.

8. Сведения недостаточны (Data Deficient, DD) – численность вида не ясна.
9. Неисследованный (Not Evaluated, NE) – вид, сведения о котором не позволяют даже приблизительно определить угрозу его существования.

Первая Красная книга МСОП появилась в 1963 г., следующие 3 тома – в 1966-71 гг., с тех пор она периодически обновляется. Кроме международной, существуют национальные и региональные Красные книги. В СССР такая книга появилась в 1974 г., в Российской Федерации – в 2001 г. Красная книга животных РФ включает 259 видов позвоночных, 39 рыб, 8 видов земноводных, 21 пресмыкающихся, 123 вида птиц и 65 видов млекопитающих. Красная книга – не закон об охране видов, а программа деятельности с перечислением необходимых мер по охране и восстановлению каждого вида.

В Красной книге Новосибирской области 108 видов растений, 58 видов насекомых, 77 видов птиц, 10 видов млекопитающих и 1 вид пресмыкающихся. Для каждого вида приведены иллюстрации, карта распространения, определены статус, даны краткое описание, сведения о численности и необходимых мерах охраны. Также указаны категории редкости таксонов:

- 0 – вид, вероятно исчезнувший с территории области;
- 1 – очень редкий вид, находящийся под угрозой исчезновения;
- 2 – редкий таксон, с сокращающейся численностью и ареалом обитания;
- 3 – редкий таксон, имеющий малые по численности популяции;
- 4 – мало изученный вид, состояние его популяции не известно;
- 5 – восстановленный вид, заслуживающий охраны (таких видов в НСО нет).

Красная книга – документ временного действия, поскольку условия обитания видов постоянно меняются и информация о них расширяется. Она обновляется не реже одного раза в 10 лет.

Выделяют 5 важных аспектов влияния Красной книги РФ на охрану природы:

1. Места обитания, произрастания и миграции видов, занесённых в Красную книгу, подлежат охране. Для видов, относящихся к категории 1, охрана их мест обитания обязательна. Виды, относящиеся к категориям 2 и 3, охраняются комплексно.
2. Виды, взятые под охрану, запрещается изымать из природной среды их обитания.
3. Виды, занесённые в Красную книгу, могут культивироваться в ботанических садах и на биостанциях для изучения их биологии и дальнейшего сохранения в искусственных условиях. Аналогично обстоит дело с животными. При необходимости они могут быть возвращены в природную среду.
4. Красная книга служит своего рода пособием для активистов природоохранного движения. Они ведут дополнительные поиски новых местонахождений редких видов и сообщают об этом специалистам. Таким образом пополняется база данных регионов.

5. По мере пополнения базы данных о состоянии видов корректируется список видов, занесённых в Красную книгу, поэтому он становится более объективным (Егоренков Л.И., 2013).

**Материалы:** Красные книги животных Новосибирской области, Красные книги растений Новосибирской области.

**Задания:**

- 1 Ознакомиться с историей создания и особенностями содержания Красной книги.
- 2 Изучить виды птиц, зверей и рыб Красной книги животных Новосибирской области.
- 3 Познакомиться с местами обитания редких и исчезающих растений области.

**Описание заданий**

**Задание 1.** Ознакомиться с историей создания и особенностями содержания Красной книги.

1. Используя введение к работе, изучить историю, назначение и роль Красной книги.
2. Ознакомиться с особенностями статуса видов, включенных в Красную книгу МСОП.
3. Записать категории редкости таксонов Красной книги НСО.

**Задание 2.** Изучить виды птиц, зверей и рыб Красной книги животных Новосибирской области.

1. Выписать в тетрадь птиц, зверей и рыб с категорией редкости 0, 1 и 2.
2. Кратко охарактеризовать факторы, лимитирующие численность выписанных видов, и меры по ее восстановлению.

**Задание 3.** Познакомиться с местами обитания редких и исчезающих растений области.

В Красной книге растений области найти виды с категорией редкости 0, 1, 2 и изучить места их обитания.

**Контрольные вопросы**

1. Для чего нужна Красная книга?
2. Какие категории видов отображены в региональных Красных книгах?
3. Расшифруйте МСОП. Что представляет собой эта организация?
4. Сколько видов животных в Красной книге Новосибирской области?
5. Почему исчезают хищные птицы, и каковы меры их охраны?
6. Какие рыбы представлены в Красной книге области? Почему?
7. Охарактеризуйте редких и исчезающих птиц водно-болотных угодий.

**Тема: Экология человека**

**Занятие 16. Приходно-расходная модель организма**

**Цель:** познакомиться с краткими основами рационального питания и

энергетических затрат организма человека, оценить собственный баланс прихода и расхода энергии на примере истекших суток.

Приходно-расходная модель организма отражает баланс между суточным поступлением энергетического материала в организм человека и его тратами на осуществление различных видов активности. Поступление веществ, необходимых для покрытия энергетических затрат организма, осуществляется посредством питания. Поэтому питание человека – один из факторов внешней среды, существенно влияющий на его здоровье, работоспособность и продолжительность жизни.

Недостаточность питания снижает сопротивляемость организма болезням и негативно отражается на нервно-эмоциональном состоянии человека. Особенно это сказывается на детях: задерживает их рост, физическое и психическое развитие. Неполюценное питание приводит к нарушению функций отдельных органов и систем. Например, недостаток витаминов вызывает гипо- и авитаминозы, белка – мышечную дистрофию.

Избыточное питание способствует развитию ожирения, атеросклероза, сахарного диабета, нарушению обмена веществ и т.д.

Питание, достаточное в количественном отношении и полноценное в качественном отношении, называется рациональным и предполагает сбалансированное поступление многих компонентов пищи: незаменимых и заменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, сахаров, витаминов, минеральных веществ, органических кислот и т.п. Чтобы питание было рациональным, в дневной рацион должны быть включены рыба или мясо, молочные продукты, крупы, а также овощи, ягоды и фрукты.

Основа сбалансированности и полноценности питания – это соотношение белков, жиров и углеводов, которое зависит от климатических условий проживания человека. В холодных районах России соотношение белков, жиров и углеводов в рационе составляет 14, 35 и 51%, в умеренно холодных районах – 14, 30 и 56%, в южных – 15, 25 и 61 соответственно.

У детей, учитывая физиологические особенности растущего организма, и пожилых людей – особые нормы питания.

Для здоровья важен также режим питания. Это ежедневный прием пищи в строго определенное время и распределение суточной калорийности: на завтрак рекомендуется съедать 25% рациона, на второй завтрак – 15, на обед – 35, на ужин – 25%.

Количество энергетических затрат тоже зависит от места проживания, возраста и пола человека (у мужчин основной обмен гораздо больше, чем у женщин аналогичного веса), а также имеет выраженные профессиональные

особенности.

По количеству затрачиваемой энергии людей разных профессий условно делят на несколько групп:

|       |   |       |  |
|-------|---|-------|--|
| 1 гр. | Работа в сидячем положении, не требующая больших мышечных движений. Это офисные работники (секретарь, библиотекарь, фармацевт и т.п.). Они тратят в среднем 2200-2400 ккал. | 2 гр. | Мышечная работа в сидячем положении (ювелир, регистратор, учитель). Тратят около 2600-2800 ккал. |
| 3 гр. | Умеренная мышечная работа (почтальон, врач, официант, ди-джей). Тратят примерно 3000 ккал.  | 4 гр. | Напряженная мышечная работа (маляр, автослесарь, тренер, дирижер) – 3400-3600 ккал.              |
| 5 гр. | Тяжелый физический труд (цеховой рабочий, профессиональный спортсмен) – 4000 ккал.  | 6 гр. | Очень тяжелый труд (каменщик, шахтер) – 5000 ккал и более.                                       |

При умственной работе затрачивается очень небольшое количество энергии.

### ***Задания:***

1. Познакомиться с краткими основами рационального питания и энергетических затрат организма человека.
2. Определить суточную калорийность и содержание биогенов в потребленной пище.
3. Рассчитать энергетические траты Вашего организма за истекшие сутки.
4. Сделать заключение о правильности питания и Вашей двигательной активности и о возможных последствиях этого для здоровья.

### ***Описание заданий***

**Задание 1.** Изучить основы рационального питания и энергетических затрат организма человека.

Ознакомиться с теоретическим введением к работе. Записать суточные энергетические затраты и соотношение биогенов в пищевом рационе, соответствующие Вашему роду занятий и месту проживания.

**Задание 2.** Определить суточную калорийность и содержание биогенов в потребленной пище.

Заполнить таблицу 18.

Таблица 18 – Общая калорийность и содержание биогенов в дневном рационе

| Пищевой продукт | Факт. количество, г | Калорийность в 100г | Факт. калорийность | Содержание биогенов |            |         |            |             |            |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------|---------|------------|-------------|------------|
|                 |                     |                     |                    | в белках            |            | в жирах |            | в углеводах |            |
|                 |                     |                     |                    | в 100 г             | фактически | в 100 г | фактически | в 100 г     | фактически |
| 1               | 2                   | 3                   | 4                  | 5                   | 6          | 7       | 8          | 9           | 10         |
| 1               |                     |                     |                    |                     |            |         |            |             |            |
| 2               |                     |                     |                    |                     |            |         |            |             |            |
|                 |                     |                     | Сумма:             |                     | Сумма 1:   |         | Сумма 2:   |             | Сумма 3:   |

Указания к выполнению задания:

1. Составить перечень всех употребленных в течение прошедших суток продуктов и напитков и занести в графу 1.
2. Определить (как можно точнее) количество потребленных граммов для каждого вида продукта и питья и занести в графу 2.
3. Установить калорийность и содержание биогенов в 100 г и в фактическом количестве продукта по таблицам (приведенной ниже таблице 18 и предложенной преподавателем), и произведя математические расчеты.
4. В графах 4, 6, 8, 10 суммировать калорийность и приход белка, жиров и углеводов.
5. Рассчитать процентное соотношение белков, жиров и углеводов:

Сумма 1 (белков) + сумма 2 (жиров) + сумма 3 (углеводов) = XXX

XXX – это 100%, а сумма белков – x% и т.д.

Таблица 19 – Калорийность и химический состав некоторых продуктов (в 100 г продукта) [Большая советская энциклопедия, 1975. – Т. 19.]

| Продукты                    | Ккал | Белки, г | Жиры, г | Углеводы, г |
|-----------------------------|------|----------|---------|-------------|
| 1                           | 2    | 3        | 4       | 5           |
| Молоко (простокваша, кефир) | 62   | 3,0      | 3,5     | 4,5         |
| Сметана 1-го сорта          | 285  | 2,1      | 28,0    | 3,0         |
| Творог жирный               | 230  | 11,0     | 19,0    | 3,0         |
| Творог нежирный             | 75   | 14,0     | 0,5     | 3,5         |
| Творожная масса             | 232  | 12,0     | 16,5    | 9,5         |
| Сыр                         | 380  | 21,0     | 30,0    | 2,5         |
| Мороженое сливочное         | 180  | 3,4      | 9,4     | 18,5        |



| Продолжение таблицы19  |       |      |      |      |
|------------------------|-------|------|------|------|
| 1                      | 2     | 3    | 4    | 5    |
| Говядина 1-й категории | 154,0 | 15,0 | 10,0 | —    |
| 2-й категории          | 106,0 | 18,0 | 4,0  | —    |
| Баранина 1-й категории | 206,0 | 14,0 | 16,0 | —    |
| Свинина мясная         | 245,0 | 14,0 | 20,0 | —    |
| Свинина жирная         | 390,0 | 13,0 | 36,0 | —    |
| Ветчина                | 365,0 | 14,0 | 33,0 | —    |
| Колбаса с жиром        | 290,0 | 12,0 | 36,0 | —    |
| без жира               | 150,0 | 10,0 | 11,0 | —    |
| Судак                  | 72    | 16,0 | 1,0  | —    |
| Треска                 | 65    | 15,0 | 0,5  | —    |
| Сельдь соленая         | 120   | 16,0 | 6,0  | —    |
| Яйца                   | 150   | 10,0 | 11,0 | 0,5  |
| Хлеб ржаной            | 240   | 5,1  | 1,0  | 42,5 |
| Хлеб пшеничный         | 230   | 7,1  | 1,0  | 46,5 |
| Сахар                  | 390   | —    | —    | 95,5 |
| Мед                    | 320   | 0,3  | —    | 78,0 |
| Шоколад молочный       | 568   | 5,8  | 37,0 | 47,0 |
| Макароны               | 339   | 9,3  | 0,8  | 70,9 |
| Крупа гречневая        | 329   | 10,6 | 2,3  | 64,4 |
| Пшеничная              | 335   | 10,1 | 2,3  | 66,5 |
| Манная                 | 333   | 9,5  | 0,7  | 70,1 |
| Рис                    | 332   | 6,4  | 0,9  | 72,5 |
| Кукуруза               | 340   | 8,4  | 4,3  | 64,9 |
| Горох                  | 310   | 19,6 | 2,2  | 50,8 |
| Фасоль                 | 310   | 19,6 | 2,0  | 51,4 |
| Картофель осенний      | 89    | 1,7  | —    | 20,0 |
| Весенний               | 89    | 1,7  | —    | 20,0 |
| Масло сливочное        | 734   | 0,4  | 78,5 | 0,5  |
| Топленое               | 869   | —    | 93,5 | —    |
| Масло растительное     | 872   | 1,5  | 93,5 | 5,2  |
| Капуста белокочанная   | 27    | 1,8  | —    | 4,7  |
| Морковь                | 36    | 1,3  | —    | 7,6  |
| Лук зеленый            | 21    | 1,1  | —    | 4,1  |
| Репчатый               | 48    | 2,5  | —    | 9,2  |
| Огурцы свежие          | 15    | 0,7  | —    | 2,9  |
| Томаты красные         | 18    | 0,5  | —    | 4,0  |
| Арбуз                  | 38    | 0,4  | —    | 8,8  |

| Окончание таблицы 19 |     |      |      |      |
|----------------------|-----|------|------|------|
| 1                    | 2   | 3    | 4    | 5    |
| Яблоки               | 48  | 0,3  | —    | 11,5 |
| Груши                | 44  | 0,3  | —    | 10,5 |
| Виноград             | 70  | 0,3  | —    | 16,7 |
| Смородина черная     | 43  | 0,7  | —    | 9,8  |
| Красная              | 44  | 0,5  | —    | 10,5 |
| Земляника            | 43  | 1,5  | —    | 8,9  |
| Лимон                | 41  | 0,8  | —    | 9,2  |
| Апельсины            | 41  | 0,8  | —    | 9,2  |
| Вишня                | 52  | 0,7  | —    | 12,0 |
| Слива                | 47  | 0,7  | —    | 10,7 |
| Грибы белые          | 32  | 4,6  | 0,5  | 3,0  |
| Маслята              | 21  | 1,7  | 0,3  | 3,3  |
| Опята                | 23  | 1,7  | 0,5  | 3,8  |
| Орехи грецкие        | 612 | 15,0 | 55,4 | 8,3  |

**Задание 3.** Рассчитать энергетические траты Вашего организма за истекшие сутки.

Подсчитать, сколько энергии Вы потратили на жизнедеятельность в течение 24 часов. Для расчета использовать данные таблицы 20.

Таблица 20 – Затраты энергии, ккал /час на 1 кг массы тела

| Вид работы                         | Затраты энергии | Вид работы                         | Затраты энергии |
|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|
| 1                                  | 2               | 3                                  | 4               |
| Ходьба по ровной дороге (4 км/час) | 3,2             | Ходьба по ровной дороге (8 км/час) | 10,0            |
| Ходьба по ровной дороге (6 км/час) | 4,5             | Бег «трусцой» по ровной дороге     | 6,0             |
| Ходьба в гору (2 км/час)           | 6,4             | Бег со скоростью 9 км/час          | 9,6             |
| Ходьба на лыжах                    | 8,5             | Бег со скоростью 15 км/час         | 15,3            |
| Бег на лыжах (12 км/час)           | 12,0            | Письменная работа сидя             | 1,7             |
| Футбол                             | 7,2             | Чтение сидя                        | 1,2             |
| Хоккей                             | 8,5             | Чтение вслух                       | 1,5             |
| Вождение автомобиля                | 2,2             | Учеба в классе                     | 1,9             |
| Езда на автомобиле                 | 1,6             | Работа за компьютером              | 1,5             |
| Езда в транспорте                  | 1,8             | Сон                                | 0,7-0,83        |
| Покупка продуктов                  | 3,7             | Отдых лежа (без сна)               | 1,1             |
| Приготовление еды                  | 2,6             | Зарядка                            | 3,6             |

| Продолжение таблицы 20                 |      |                                       |     |
|--|------|---------------------------------------|-----|
| 1                                      | 2    | 3                                     | 4   |
| Подметание пола                        | 2,4  | Умывание                              | 1,8 |
| Стирка вручную                         | 3,0  | Еда сидя                              | 1,2 |
| Мытье окон                             | 3,6  | Игра на фортепьяно                    | 2,4 |
| Тяжелая уборка                         | 4,7  | Работа в офисе                        | 1,3 |
| Быстрые танцы                          | 6-15 | Работа клерком                        | 1,9 |
| Медленные танцы                        | 3,2  | Просмотр телепередач                  | 0,8 |
| Восточные единоборства                 | 10,6 | Починка мебели                        | 4,7 |
| Починка машины                         | 3,2  | Перенос коробок                       | 7,4 |
| Стояние в очереди                      | 1,3  | Распаковка коробок                    | 3,7 |
| Игры с ребенком (умеренная активность) | 4,2  | Уход за ребенком (купание, кормление) | 3,7 |

**Задание 4.** Сделать заключение о правильности питания и Вашей двигательной активности и возможных последствиях этого для здоровья.

Сравнить данные по калорийности Вашего питания с расходом энергии. Сделать вывод о сбалансированности Вашей приходно-расходной модели и о соотношении основных биогенов. При выявлении дисбаланса пояснить, каких последствий для здоровья следует ожидать при сохранении постоянства выявленной приходно-расходной модели.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Что происходит при недостатке биогенов в питании?
2. Чем чревато для здоровья избыточное поступлении биогенов?
3. Какими способами можно регулировать баланс калорийности?
4. Как должно меняться питание у людей разной профессиональной принадлежности?
5. Какое соотношение белков, жиров и углеводов должно быть у студента, проживающего на одной широте в Новосибирске и в Западной Европе?

### Рекомендуемая литература

1. Вронский В.А. Экология и окружающая среда: словарь-справочник – М. – Ростов н/Д: ИКЦ Март, 2008. – 432 с.
2. Колесников С.И. Экология: учеб. пособие для студентов вузов. – 5-е изд. – Москва: Дашков и К\*, 2012. – 384 с.
3. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. ... В 4-х книгах. 2-е изд., перераб. и доп. Книга 2. – М.: КолосС, 2005.
4. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. – М.: Наука, 1982. – 144 с.
5. Риклефс Р. Основы общей экологии. – М.: Мир, 1979. – 424с.
6. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие / Под ред. А.В. Голубева, Н.А. Мосиенко. – Саратов: Саратов. гос. с.-х. акад., 1997. – 418 с.
7. Сайт правительства Новосибирской области, рубрика «Гражданам», раздел «Экология», где размещены «Доклады о состоянии окружающей природной среды в Новосибирской области» за последние годы.
8. [www.oopt.info](http://www.oopt.info) и [www.biodiversity.ru](http://www.biodiversity.ru) – Центр охраны дикой природы (карта и список ООПТ):
9. [www.climatechange.ru](http://www.climatechange.ru) – образовательно–информационный сайт по проблеме изменения климата на русском языке.
10. [www.greenpeace.org/russia/ru/](http://www.greenpeace.org/russia/ru/) – сайт Greenpeace Россия.
11. [www.rusrec.ru](http://www.rusrec.ru) – Российский региональный экологический центр. Новости и аналитические материалы.
12. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int) – Секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотского протокола. Архив документов и решений, новости, официальные государственные доклады.
13. [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru) - Всемирный фонд дикой природы – WWF России.

## Содержание

|  | Стр. |
|--|------|
| Введение   | 4    |
| Тема: Экология особей, популяций и сообществ                                       | 5    |
| Занятие 1. Адаптации растений к среде обитания                                     | 5    |
| Занятие 2. Адаптации организма человека к действию температуры                     | 9    |
| Тема: Экология сообществ   | 15   |
| Занятие 3. Межвидовые отношения в биоценозе  | 15   |
| Тема: Экологические системы  | 17   |
| Занятие 4. Взаимосвязь абиотического и биотического компонентов в биоме            | 19   |
| Занятие 5. Парниковый эффект как пример изменения биогеохимического цикла углерода | 22   |
| Занятие 6. Характеристика агроэкосистем  | 24   |
| Тема: Антропогенное воздействие на экосистемы и биосферу                           | 26   |
| Занятие 7. Нитратное загрязнение растениеводческой продукции и питьевой воды       | 26   |
| Занятие 8. Биоиндикация чистоты воздуха по площади листьев лиственных деревьев     | 32   |
| Занятие 9. Радиоактивное загрязнение среды   | 35   |
| Занятие 10. Загрязнение среды тяжёлыми металлами                                   | 41   |
| Занятие 11. Определение состояния природной воды                                   | 45   |
| Занятие 12. Определение жесткости воды   | 49   |
| Тема: Экологические проблемы региона и области                                     | 52   |
| Занятие 13. Нарушенность основных биомов в Новосибирской области                   | 52   |
| Занятие 14. Особо охраняемые природные территории                                  | 56   |
| Занятие 15. Красная книга  | 60   |
| Тема: Экология человека  | 62   |
| Занятие 16. Приходно-расходная модель организма                                    | 62   |
| Рекомендуемая литература   | 69   |