

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова  
Кафедра физиологии человека и животных

**О. А. Ботяжова**

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ**

*Методические указания*

*Рекомендовано*  
*Научно-методическим советом университета*  
*для студентов, обучающихся по*  
*направлениям Биология, Экология и природопользование*

Ярославль  
ЯрГУ  
2014

УДК 591.1(072)  
ББК Е903я73  
Б86

*Рекомендовано  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2014 года.*

Рецензент  
кафедра физиологии человека и животных ЯрГУ  
им. П. Г. Демидова

**Ботяжова, Ольга Александровна.**  
Б86 Сравнительная и экологическая физиология животных : методические указания / О. А. Ботяжова ; Ярсл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2014. – 64 с.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 020400.62 Биология, 022000.62 Экология и природопользование (дисциплины «Сравнительная и экологическая физиология», «Экологическая физиология», цикл Б3), заочной формы обучения.

УДК 591.1(072)  
ББК Е903я73

© ЯрГУ, 2014

## РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

**Экологическая физиология** – раздел физиологии, изучающий зависимость функций животных и человека от условий жизни и деятельности в различных физико-географических зонах, в разные периоды суток, года, фазы лунного и приливного ритмов. Сравнительная экологическая физиология раскрывает физиологические основы приспособления организма к природным факторам у животных разного трофического и систематического уровней.

Англ. – physiology, ecologic(al). Нем. – physiologie, ökologische.

### ***1. Цель и задачи освоения дисциплин***

Целью освоения дисциплин «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» является приобретение студентами знаний о механизмах адаптаций (приспособлений) систем организма в условиях сложных сочетанных воздействий природных и антропогенных факторов среды в различных физико-географических условиях.

Задачи курсов включают: теоретическое осмысление экологической физиологии как науки о причинах, механизмах и закономерностях реакций организма в различных условиях существования; формирование умения анализировать конкретные ситуации, связанные с особенностями протекания приспособительных реакций (адаптаций) организма путем решения ситуационных задач и в ходе выполнения лабораторных работ.

### ***2. Место дисциплин в структуре ООП бакалавриата***

Курсы «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» относятся к дисциплинам профессионального цикла (БЗ) и занимают важное место в учебном плане подготовки бакалавров по ООП ВПО в направлениях «Биология» по профилю «Биоэкология» и «Экология и природопользование»

по профилю «Экология». Преподавание дисциплин базируется на знаниях, полученных студентами при изучении базовых и элективных курсов естественно-научного цикла: Биологии, Зоологии, Ботаники, Анатомии человека, Основы физиологии человека и животных, а также базовых дисциплин профессионального цикла: Общей экологии и Экологии человека. Освоение дисциплин «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» необходимо для изучения в дальнейшем таких профессиональных дисциплин, как «Охрана окружающей среды», «Экология организмов» и ряда других курсов, а также прохождения научно-исследовательской и производственной практик, выполнения ВКР, продолжения обучения в магистратуре по направлениям «Физиология человека и животных», «Общая экология», «Гидробиология», «Экология и природопользование» и аспирантуре по соответствующим специальностям.

### ***3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины***

В соответствии с ФГОС ВПО по направлению «Биология» (профиль «Биоэкология») освоение обучающимися дисциплины «Сравнительная экологическая физиология» предполагает формирование таких общекультурных компетенций, как ОК-1, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОК-8. В соответствии с ними биолог-бакалавр следует этическим и правовым нормам в отношении других людей и в отношении природы (принципы биоэтики), имеет четкую ценностную ориентацию на сохранение природы и охрану прав и здоровья человека (ОК-1); приобретает новые знания и формирует суждения по научным, социальным и другим проблемам, используя современные образовательные и информационные технологии (ОК-3); выстраивает и реализует перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования (ОК-4); использует нормативные правовые документы в своей деятельности (ОК-5); использует в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области гуманитарных и экономических наук (ОК-7); проявляет экологическую грамот-

ность и использует базовые знания в области биологии в жизненных ситуациях; понимает социальную значимость и умеет прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, готов нести ответственность за свои решения (ОК-8). Наряду с общекультурными компетенциями у необходимо сформировать элементы профессиональных компетенций, в соответствии с которыми обучающийся демонстрирует базовые представления о разнообразии биологических объектов, понимание значения биоразнообразия для устойчивости биосферы (ПК-1); оперирует правовыми основами исследовательских работ и законодательства РФ в области охраны природы и природопользования, соблюдает нормы авторского права (ПК-13).

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать*: основные закономерности эволюции функций и принципы взаимодействия организма животных с внешней средой в процессе адаптации к условиям жизни и обитания;

*уметь*: оценивать адаптационные возможности животного организма при воздействии экологических и антропогенных факторов в измененных условиях окружающей среды;

*владеть*: эколого-физиологическими методами определения толерантности и резистентности основных процессов жизнедеятельности животных к определенным видам и уровню воздействия факторов среды в условиях естественного и лабораторного эксперимента.

В соответствии с ФГОС ВПО по направлению «Экология и природопользование» (профиль «Экология») процесс изучения дисциплины «Экологическая физиология», используемые образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов направлены на формирование следующих элементов общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

– владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-1);

- уметь логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь (ОК–2);
- обладать способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности (ПК–7);
- знать теоретические основы биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов (ПК–8);
- владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике (ПК–9).

В результате освоения дисциплины студент должен:

- *знать*: принципы взаимодействия организма животных с внешней средой в процессе адаптации к условиям жизни и обитания;
- *уметь*: оценивать адаптационные возможности животного организма при воздействии экологических, антропогенных и, в том числе, токсических факторов в измененных условиях окружающей среды;
- *владеть*: эколого-физиологическими методами определения толерантности и резистентности основных процессов жизнедеятельности организма к определенным видам и уровню воздействия факторов среды в условиях естественного и лабораторного экспериментов.

#### **4. Образовательные технологии дисциплины**

В рамках компетентного подхода по дисциплинам «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» используются инновационные образовательные технологии, соответствующие репродуктивной и проблемной ориентации учебного процесса и направленные на формирование общекультурных и профессиональных компетенций.

I. Инновации – модернизации, изменяющие академическое преподавание дисциплины с целью достижения гарантированных результатов в рамках традиционной репродуктивной ориентации. В их основе лежит технологический подход в обучении, предусматривающий, прежде всего, передачу студентам знаний и формирование способов действий по образцу. Такой подход

ориентирован на высококачественное репродуктивное обучение, для чего используются следующие инновационные методы:

1. Замена традиционных монологичных лекций, читаемых преподавателем, на диалогичные с привлечением обучающихся к ответам на вопросы, рассуждениям и обобщениям по ходу изложения материала.

2. Мультимедийная презентация иллюстративного материала в ходе чтения лекций преподавателем и реферативных сообщений обучающихся на зачётном занятии.

**II. Инновации – трансформации, преобразующие преподавание дисциплины в направлении обеспечения его исследовательского характера, организацию поисковой учебно-познавательной деятельности студентов.** Этот подход направлен, прежде всего, на формирование у студентов творческого отношения к обучению для выработки ценностных ориентаций и личностных смыслов, а также опыта самостоятельного поиска новых знаний и их применения в различных условиях. В основе таких педагогических технологий лежит установка на продуктивную деятельность самих студентов с целью самостоятельного приобретения новых знаний, нового опыта и способов действий, что особенно актуально при обучении по заочной форме.

1. Написание студентами рефератов по самостоятельно выбранной теме из предложенных преподавателем и их презентация в ходе промежуточной аттестации.

2. Использование интернет-ресурсов при поиске литературы и подготовке рефератов в ходе выполнения индивидуальной работы и самостоятельной теоретической подготовки к промежуточному контролю знаний на зачёте.

3. Работа в малых группах (2–4 человека) на лабораторных занятиях с последующим обсуждением результатов и представлением отчета.

4. Групповая дискуссия при обсуждении результатов лабораторных экспериментов для совершенствования умений анализировать проблему.

5. Использование метода проблемных ситуаций, который требует от студентов самоподготовки и самообразования.

6. Использование активных методов обучения для оптимизации обратной связи преподавателя с обучающимися. Для осуществления обратной связи с целью совершенствования преподавания курса «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» на зачётном занятии используется прием «Записка на одну минуту». С помощью этого метода в виде короткой записки (по желанию студент может поставить свою фамилию) выясняется мнение студентов о том, что понравилось и не понравилось в ходе изучения предмета, какой материал был наиболее интересным, полезным, доступным для понимания, с какими трудностями столкнулись на лекциях и лабораторных занятиях. Студентам предлагается дать оценку эффективности использованных преподавателем методов и средств обучения, высказать свои замечания, предложения и пожелания. В дальнейшем проводится анализ студенческих ответов и вносятся коррективы в преподавание лекционного курса и проведение лабораторных занятий.

### ***5. Структура и содержание дисциплин***

**Общая трудоемкость дисциплины** «Сравнительная экологическая физиология» составляет 72 часа – 2 зачетных единицы. Преподавание ведётся в 4 и 5-м семестрах. Объём учебной нагрузки студентов в 4-м семестре составляет 36 часов, из которых 4 часа отведены на аудиторную работу (2 ч – лекции, 2 ч – контроль самостоятельной работы студентов – КСР) и 32 часа на самостоятельную работу студентов. В 5-м семестре из общего объёма в 36 часов аудиторная нагрузка составляет 6 часов (4 ч – лабораторные занятия, 2 ч – КСР) и 26 часов – самостоятельная работа студентов. Заканчивается освоение дисциплины промежуточной аттестацией в форме зачёта.

**Общая трудоемкость дисциплины** «Экологическая физиология» составляет 108 часов – 3 зачетных единицы. Преподавание ведётся в 3 и 4-м семестрах. Объём учебной нагрузки студентов в 3-м семестре составляет 36 часов, из которых 10 часов отведены на аудиторную работу (6 ч – лекции и 4 ч – контроль самостоятельной работы студентов – КСР) и 26 часов на самостоятельную работу студентов. В 4-м семестре из общего объёма

в 72 часа аудиторная нагрузка составляет 10 часов (6 ч – лабораторные занятия и 4 ч – КСР) и 58 ч – самостоятельная работа студентов. Заканчивается освоение дисциплины промежуточной аттестацией в форме зачёта.

**Аудиторная работа** основана на сочетании традиционных и инновационных образовательных технологий с применением интерактивных методов преподавания дисциплины. Аудиторная работа включает: лекции различного типа (традиционные, в режиме диалога, с элементами беседы и дискуссии, с запланированными ошибками), лабораторные занятия и контроль самостоятельной работы обучающихся. Все лекции сопровождаются презентацией наглядных материалов с использованием мультимедийной аппаратуры.

**Самостоятельная работа** осуществляется студентами в межсессионный период и предполагает: теоретическую подготовку в соответствии с программой по различным темам изучаемой дисциплины; самопроверку знаний по вопросам, сформулированным к каждому разделу курса; решение задач по изученному материалу; оформление результатов проделанной работы в рабочей тетради; написание реферата и подготовку доклада с компьютерной презентацией на промежуточную аттестацию для оценки результатов освоения по дисциплинам «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология».

## **6. Контроль самостоятельной работы (КСР)**

В соответствии с Рабочей программой дисциплин «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» КСР обучающихся планируется в объеме 2 часов, проводится преподавателем в межсессионный и зачётно-экзаменационный периоды. Фактически он осуществляется преподавателем в виде индивидуальных консультаций по мере обращения студентов. Каждый обучающийся может связаться с преподавателем по телефону или электронной почте и получить необходимые разъяснения по интересующим вопросам, которые чаще всего касаются решения задач и подготовки рефератов.

## **7. Результаты освоения дисциплин**

«Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» выявляются в ходе промежуточного контроля знаний, который осуществляется по окончании изучения курсов в соответствии с расписанием деканата в форме зачёта в 5-м семестре у биологов – 020400.62 и в 4-м семестре у экологов – 022000.62.

Зачёт проводится в два этапа.

Первый этап – защита реферата в форме устного выступления (доклада) перед однокурсниками и преподавателем, ведущим дисциплину. Второй этап зачёта – устный ответ по билету, содержащему два вопроса из списка, составленного по программе теоретической подготовки и заранее известного обучающимся.

**Внимание!** Допуском к зачёту являются рабочая тетрадь студента и реферат по выбранной теме. В рабочей тетради должны быть оформлены в соответствии с требованиями преподавателя результаты лабораторных работ, проделанных в ходе аудиторных практических занятий, и представлены решения задач, выполненных по разделу самостоятельная работа данного методического указания.

Текст реферата должен быть подготовлен обучающимся на бумажном носителе и заранее представлен преподавателю для предварительной оценки.

Рабочая тетрадь и текст реферата должны быть сданы в деканат за 14 дней до начала сессии. Студенты, не сдавшие рабочую тетрадь и реферат, к промежуточной аттестации не допускаются. Перед началом зачёта обучающийся должен представить преподавателю электронную версию текста и презентации реферата.

В ходе промежуточной аттестации по результатам освоения дисциплин обучающиеся должны продемонстрировать знание основных вопросов, предусмотренных программой теоретической подготовки в каждом разделе, а также владение терминологическим минимумом по сравнительной и экологической физиологии животных.

## **РАЗДЕЛ II. АУДИТОРНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ. МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

В соответствии с задачами освоения дисциплин «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» и Рабочими программами в рамках компетентностного подхода у обучающихся необходимо сформировать способность к использованию теоретических знаний в практической деятельности, а также умение владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике. Реализации поставленных задач и формированию компетенций в значительной степени будут способствовать лабораторные занятия. Учитывая ограниченность времени, отведённого на лабораторные занятия, работа осуществляется в малых группах по 2–4 человека, для чего все студенты делятся на 5 рабочих групп соответственно пяти темам занятий, запланированных по Рабочей программе дисциплины. Каждая малая группа выполняет лабораторные работы одной из тем, анализирует все полученные результаты, оформляет их в рабочей тетради и в конце занятия представляет на обсуждение обучающихся всей группы. Такая организация работы способствует выработке не только профессиональных, но и общекультурных компетенций: владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения; уметь логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь.

### **1. План лабораторных занятий**

*Тема 1. Сенсорные системы – каналы связи с окружающей средой.*

Лабораторная работа № 1. Хеморецепция у простейших. Реакции инфузорий на химические вещества.

Лабораторная работа № 2. Хеморецепция у двусторчатых моллюсков.

*Тема 2. Влияние экологических факторов на поведение гидробионтов.*

Лабораторная работа № 3. Влияние освещенности на двигательную активность дафнии.

Лабораторная работа №4 . Поведение гидробионтов в поле электрического тока.

*Тема 3. Влияние экологических факторов на внешнее дыхание.*

Лабораторная работа № 5. Механизм жаберного дыхания рыбы.

Лабораторная работа № 6. Влияние температуры на частоту дыхательных движений рыбы.

Лабораторная работа № 7. Влияние недостатка кислорода в воде на дыхание рыбы.

Лабораторная работа № 8. Влияние избытка двуокиси углерода в воде на дыхание рыбы.

*Тема 4. Сравнительно экологические аспекты пищеварения и обмена веществ.*

Лабораторная работа № 9. Оценка фильтрационной способности двустворчатых моллюсков.

*Тема 5. Внутренняя среда организма и гомеостаз.*

Лабораторная работа № 10. Определение соотношения плазмы и форменных элементов в крови рыбы, лягушки и млекопитающего животного.

Лабораторная работа № 11. Осморегуляторная функция метанефридиев беззубки и почек лягушки. Влияние солёности среды на содержание воды в теле.

Каждое лабораторное занятие включают следующие формы работы:

- демонстрационные опыты, которые готовит и проводит для обучающихся преподаватель;

- лабораторные работы – выполняют сами студенты, работая малыми группами;

- оформление полученных результатов – осуществляет каждый студент индивидуально в рабочей тетради;

- обсуждение результатов экспериментов – проводится коллективно в конце занятия.

## ***2. Обеспечение техники безопасности при работе в лаборатории экологической физиологии***

**Внимание!** Важным элементом организации практических занятий обучающихся в учебной лаборатории является обеспечение техники безопасности. С этой целью непосредственно перед выполнением лабораторных работ преподаватель проводит инструктаж обучающихся и знакомит с требованиями и правилами техники безопасности, которые необходимо соблюдать при работе в лаборатории экологической физиологии животных.

### ***Общие правила***

1. При входе в учебную лабораторию студент должен надеть халат и оставаться в нём до окончания лабораторного занятия. Категорически запрещается приносить в лабораторию верхнюю одежду (пальто, куртки, шапки).

2. Для работы студенту необходимо иметь соответствующие методические указания и тетрадь для ведения протоколов лабораторных занятий.

3. К выполнению лабораторных работ студент может приступать только после ознакомления с методикой эксперимента и получения разрешения преподавателя.

4. Студент обязан поддерживать чистоту на рабочем столе и не загромождать рабочее место посторонними предметами.

5. На каждом занятии должны быть назначены дежурные студенты, которые обязаны следить за порядком, чистотой и соблюдением правил техники безопасности при работе в лаборатории.

6. После окончания занятия дежурные обязаны проверить состояние рабочих мест и уйти последними, отчитавшись перед лаборантом, ответственным за лабораторию.

### ***Правила безопасности при работе с электрооборудованием и электроприборами***

1. Работы с использованием электрооборудования должны проводиться только сухими руками и на сухом рабочем столе.

2. В случае обнаружения неисправности электроприбора необходимо сообщить об этом преподавателю.

3. Работать только на заземлённом оборудовании и приборах.

***В лаборатории категорически запрещается!***

1. Приносить и принимать пищу.
2. Приносить и проводить работы с ядовитыми, сильнодействующими, взрывоопасными и пожароопасными веществами (концентрированные органические и минеральные кислоты, кислород, азот соединения мышьяка, фосфора, ртути и др. вещества).
3. Пользоваться неисправной электропроводкой и электрооборудованием.
4. Работать на незаземлённом оборудовании и приборах.
5. Проверять пальцами или металлическими предметами наличие в электросети напряжения и касаться токоведущих элементов (рубильников, розеток и т. д.).

После прохождения инструктажа все обучающиеся ставят свою подпись в контрольном листе по технике безопасности и приступают к выполнению лабораторных работ по темам.

***3. Методики выполнения лабораторных работ***

***ТЕМА «СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ – КАНАЛЫ СВЯЗИ  
С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ»***

***Лабораторная работа № 1***

***Хеморецепция у простейших. Реакции инфузорий на химические вещества***

**Цель работы:** убедиться в наличии у парameций хеморецепции и определить отличия реакции выбора различных химических агентов.

**Оборудование:** бинокулярный микроскоп, стёкла с лунками, мелкие кусочки селикагеля, 1 %-ный медный купорос, 1 %-ная уксусная кислота, 1 %-ный едкий натр, 3 бюкса с притертыми крышками, пинцет.

**Объект исследования:** культура парameций.

У парameций отмечается реакция выбора некоторых химических веществ, которая проявляется в предпочтении или избегании простейшими различных химических субстратов.

### **Ход работы**

Для опыта следует взять мелкие кусочки селикагеля и поместить их на 30 минут в бюксы с 1 %-ной уксусной кислотой, 1 %-ным едким натром, 1 %-ным раствором медного купороса. Через 30 минут на предметное стекло с лункой нанести культуру парameций, поместить на дно лунки кусочек селикагеля, предварительно выдержанного в уксусной кислоте.

На протяжении 15 минут через каждые 2 минуты подсчитать под биноклем количество парameций, осевших на частицах селикагеля.

Повторить опыт с кусочками селикагеля, предварительно вымоченными в едкой щёлочи, в медном купоросе и других веществах. Отметить предпочитаемый субстрат.

## *Лабораторная работа № 2*

### *Хеморецепция у двусторчатых моллюсков*

**Цель работы:** изучить особенности хеморецепции у двусторчатых моллюсков.

**Оборудование:** 4 аквариума, взвесь кармина в воде, взвесь кармина в 0,5 %-ном растворе соляной кислоты, взвесь кармина в 1 %-ном растворе сахара, в 1 %-ном растворе KCL, пастеровская пипетка.

**Объект исследования:** 4 моллюска.

У двусторчатых или пластинчатожаберных моллюсков наиболее чувствительна к химическим веществам сифонная часть мантии.

### **Ход работы**

Для опыта нужно взять 4 стеклянных аквариума небольшой высоты. В каждый аквариум налить отстоянную воду и поместить по одному двусторчатому моллюску (анодонта, перловица), чтобы вода покрывала раковину моллюска. Необходимо выждать, когда ракушка раскроется и выставит сифон.

Подведя к всасывающему сифону пипетку со взвесью тонко растертого кармина, убедиться, что вода поступает в сифон и затем выбрасывается из другого сифона. Приготовить взвесь кармина в разных растворах: в слабом растворе соляной кислоты,

в растворах сахара, хлористого калия. Подводя эти взвеси к сифонам разных моллюсков, определить характер реакции, сравнивая её с реакцией первого моллюска, которому взвесь кармина подавалась в воде. Сделать выводы.

### **ТЕМА «ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОВЕДЕНИЕ ГИДРОБИОНТОВ»**

#### *Лабораторная работа № 3*

#### ***Влияние освещенности на двигательную активность дафнии***

**Цель работы:** определить зависимость частоты движений *Daphnia magna* от уровня освещенности среды обитания.

**Оборудование:** бинокулярный микроскоп, осветитель с понижающим трансформатором, кювета для дафний, люксметр.

**Объект исследования:** *Daphnia magna*.

Дафнии, как и другие ветвистоусые ракообразные, распространены в самых различных водоемах – стоячих или с замедленным течением, по преимуществу среди водных растений, являясь всюду составной частью планктона. Движения дафний своеобразны: ударами антенн дафния рывками поднимается вверх, а затем, расставив их в стороны, медленно погружается под тяжестью своего тела, повисая на антеннах, как на парашюте.

Возбуждение нервных ганглиев дафнии, определяющее ее двигательную активность, поддерживается непрерывными потоками импульсов от рецепторов. Воздействуя на рецепторы, можно изменять в широких пределах уровень двигательной активности животного. Так, например, частота плавательных движений дафнии зависит от степени освещенности окружающей среды.

#### **Ход работы**

В кювету с водой поместить крупную дафнию. Кювету поставить под объектив бинокулярного микроскопа. Включить сетевой шнур и тумблер «вкл.» понижающего трансформатора. Ручкой потенциометра установить максимальную яркость освещения кюветы с дафнией. Переключатель увеличений МБС-9

должен находиться в положении 0,6 или 1,0. После наведения на резкость наблюдают за движениями дафний и по прошествии 5–7 минут адаптации рачка к новым условиям среды отмечают двигательную активность дафнии, подсчитывая число «порхающих движений» плавания за одну минуту. Провести подсчет числа движений дафний при шести уровнях освещения (50, 100, 200, 300, 400, 500 люкс). После каждого определения двигательной активности проводить контрольное измерение освещенности (методика измерения уровня освещенности с помощью люксметра приведена ниже).

Полученные данные оформить в таблицу. Построить график зависимости числа «порхающих» движений от освещенности, нанося по оси абсцисс уровень освещенности (в люксах), а по оси ординат – количество движений дафнии за одну минуту.

### ***Методика измерения освещенности***

Измерение освещенности проводят при помощи люксметра. Объективный люксметр представляет собой малогабаритный прибор, позволяющий определять уровень освещения непосредственно по шкалам измерителя. Люксметр состоит из светоприемника в виде селенового фотоэлемента в оправе, насадки – поглотителя, измерительного электромагнитного прибора и футляра, в который укладываются все перечисленные составные части.

Фотоэлемент люксметра заключен в пластмассовый корпус с ручкой, через которую проходит гибкий провод для соединения с измерителем. На лицевой панели пластмассового корпуса расположена ручка переключателя, которая может быть установлена на цифрах 250 и 500. Соответственно положению переключателя цена деления различна: В положении переключателя на цифре 250 цена деления шкалы равна 10 люкс, а на цифре 500 – 20 люкс.

Прибор проградуирован для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания. Поэтому при измерении уровня освещенности в конкретных условиях необходимо вводить поправки. Для ламп дневного света поправочный коэффициент равен 0,9. При измерении естественного освещения поправочный коэффициент равен примерно 0,8 (он изменяется в зависимости от состояния облачности).

### ***Ход определения уровня освещенности***

Прибор устанавливают горизонтально и проверяют правильность положения стрелки. В условиях исключения возможности попадания света на фотоэлемент стрелка должна быть на нуле. Ручку переключателя переводят на цифру 500. Далее фотоэлемент устанавливают на поверхности, где необходимо измерить уровень освещенности. По шкале прибора определяют ее величину. Если она оказывается не менее 100 люкс, то для более точного измерения ручку переключателя переводят на цифру 250. Если освещенность оказывается выше 500 люкс, то необходимо пользоваться насадкой, а результат измерения умножать на 100.

### ***Лабораторная работа № 4***

#### ***Поведение гидробионтов в поле электрического тока***

**Цель работы:** провести сравнительный анализ поведенческих реакций различных гидробионтов в поле постоянного электрического тока.

**Оборудование:** экспериментальные камеры, соответствующие размерам разных животных, соединительные провода со штеккерами, комбинированный прибор: источник и измеритель тока, дистиллированная вода, насыщенный раствор поваренной соли, аквариумная биологизированная вода.

**Объект исследования:** медицинские пиявки, моллюски, рыбы небольшого размера, личинки стрекоз и другие гидробионты.

Реакции организмов на электрическое поле давно интересовали исследователей и были изучены рядом авторов. Опыты проводились на гидробионтах различных систематических групп, для которых устанавливалась последовательность реакций животных на электрический ток, направление гальванотаксиса, порог, время электронаркоза и другие параметры.

В поведенческих реакциях гидробионтов на электрический ток различают три уровня. Первичная реакция – легкое видимое подрагивание, подергивание тела или его частей. Второй уровень – положительный (к источнику тока) или отрицательный (от источника) гальванотаксис – поворот или плавание животного в зависимости от направления электрического поля. Тре-

тий уровень реакции – электронаркоз – иммобилизирующий эффект электрического поля.

Реакция животных на электрический ток зависит от силы тока, длительности его воздействия, уровня организации животного.

Было показано, что среди простейших инфузории обладают катодным гальванотаксисом, а жгутиконосцы – анодным. Для червеобразных личинок жука-плавунца, водолюба, слепня характерны такие реакции, как вздрагивание, резкие броски тела, его скручивание, сворачивание в кольцо, судороги и обездвиживание. В отряде стрекоз реакции личинок более разнообразны. У одних представителей наиболее часто возникают вздрагивание лап, хвостовых жабр (р. *Coenagyon*) или придатков анальных пирамид (р. *Aeschna*, р. *Libellula*). У других – «умывание» передними лапками лицевой маски, движение ротового аппарата, изгибание грудных сегментов, изгибание всего туловища, судороги лап, зависание вниз головой (р. *Libellula*). Кроме того, у стрекоз может наблюдаться гальванотаксис или реакция избегания – попытки покинуть камеру, подрагивание, потеря равновесия, отрыв задними лапами хвостовых жабр и электронаркоз. У личинок поденки наблюдаются сходные со стрекозами реакции.

У взрослых насекомых – представителей отряда клопов можно выделить первичную реакцию – подрагивание лапок, затем парение в толще воды, стадию усиления активности – попытки уйти из зоны действия тока, а при дальнейшем увеличении силы тока – резкие беспорядочные движения, судороги конечностей, третий уровень реакции – электронаркоз.

У жука-плавунца отмечается «почесывание лап», парение у поверхности, судороги, выпускание возле рта щупиков. У водяного ослика отмечаются такие реакции: вставание на задние лапы, усиление активности, гальванотаксис, обездвиживание с поджатыми к туловищу лапками. Для моллюсков, имеющих раковину (прудовик, живородка), можно отметить такую однотипную реакцию, как втягивание туловища в раковину.

### **Ход работы**

Для исследования поведенческих реакций гидробионтов в поле постоянного тока используется специальная камера из органического стекла, заполненная водой. Через свинцовые элек-

троды, вмонтированные в боковые стенки камеры, она подсоединяется к комбинированному прибору, который служит одновременно источником тока и измерителем силы тока. Сила тока регулируется специальной ручкой, расположенной на передней панели, и измеряется в миллиамперах (мА) по шкале прибора.

Соединить источник тока и экспериментальную камеру с помощью штеккеров соединительных проводов, идущих от комбинированного прибора. Включить шнур сетевого питания и тумблер на передней панели прибора. Загорится сигнальная лампочка. Исследуемого гидробионта поместить в экспериментальную камеру. Дать животному время для адаптации и наблюдать за его поведенческими реакциями. Визуально отметить характерные особенности поведения в обычной воде. Затем, медленно и плавно поворачивая ручку, расположенную на передней панели прибора, постепенно увеличивать величину силы тока. Отмечать все последовательно протекающие реакции животного под действием электрического поля. Например, конвульсивные движения тела животного (первичная реакция), на измерительном приборе зафиксировать величину тока, которая вызывает данную реакцию. Увеличивая ток, добиться полного обездвиживания животного (порог электронаркоза), отметить показания тока. После пребывания животного в состоянии электронаркоза в течение 30 секунд выключить электрический ток. Определить, через какое время животное восстановит подвижность (время электронаркоза). Повторить опыт с различными гидробионтами. Опыт проводить с дистиллированной водой, водопроводной водой, водой, насыщенной NaCl (**физиологический раствор для холоднокровных животных – 0,65 % NaCl**).

Описать реакции гидробионтов в поле постоянного электрического тока при разных свойствах водной среды. Сделать выводы.

## **ТЕМА «ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ»**

### *Лабораторная работа № 5*

#### ***Механизм жаберного дыхания рыбы***

**Цель работы:** убедиться, что механизм тока воды через жабры рыб основан на принципе всасывающего насоса.

**Оборудование:** стеклянная банка с водой, длинная пипетка с резиновой грушей, хорошо растертый уголь (взвесь кармина или другая цветная взвесь), резиновое колечко (отрезок резиновой трубки).

**Объект исследования:** рыба небольших размеров.

Наиболее совершенные по своему строению жабры рыб состоят из множества тонких лепестков с респираторными складками, которые значительно увеличивают дыхательную поверхность. Жаберные лепестки пронизаны многочисленными капиллярами и интенсивно омываются водой при помощи движения жаберных крышек.

#### **Ход работы**

Небольшого размера рыбу поместить в стеклянную банку с водой. Длинной пипеткой, снабжённой резиновым баллоном, ко рту рыбы подвести хорошо растертый древесный уголь. Проследить за дыхательными движениями рта и жаберных крышек при вдохе. Затем вставить рыбе в рот резиновое колечко так, чтобы она не могла закрывать рот. Снова наблюдать за движениями цветной взвеси. Сделать выводы. Оформить протокол опыта.

### *Лабораторная работа № 6*

#### ***Влияние температуры на частоту дыхательных движений рыбы***

**Цель работы:** проследить, как влияет повышение температуры среды на дыхательные движения рыбы.

**Оборудование:** невысокая стеклянная банка, фотопреобразователь, самописец НЗ38 —одноканальный, термостойкий ста-

кан, термометр, горячая вода, хирургическая игла с ниткой, препаровальная доска.

**Объект исследования:** рыба небольших размеров.

Одним из существенных экологических факторов, влияющих на дыхательные движения рыбы, является температура окружающей среды. С повышением температуры частота дыхания увеличивается, с уменьшением – снижается. У некоторых рыб при пониженной температуре наблюдается аритмия дыхания, когда периоды учащения чередуются с периодами отсутствия дыхательных движений. При крайне высокой температуре наступает остановка дыхания и тепловая смерть. Частоту дыхания нельзя рассматривать в рамках простых физико-химических закономерностей уменьшения растворимости кислорода в воде с повышением её температуры. Здесь также играют роль температурные данные колебания кислородной ёмкости крови и интенсивность обмена веществ.

### **Ход работы**

Установка для исследования влияния температуры на дыхание рыбы включает в себя рабочий аквариум (невысокая банка), фотопреобразователь с блоком питания и регистратор. Перед началом эксперимента соберите установку и проверьте ее работу. Закрепите в универсальном штативе фотопреобразователь и соедините его с гнездом блока питания. Соедините выход блока питания с входными штекерами самописца Н 338 с помощью соединительных проводов. Подсоедините к самописцу шнур сетевого питания, включите его в электросеть и нажмите на верхней панели самописца кнопку «сеть» (включится сигнальная лампочка). Блок питания также включите в сеть шнуром питания и тумблером на передней панели – зажжется сигнальная лампочка на блоке. Проверьте наличие бумаги и чернил в самописце. Включите лентопотяжный механизм самописца на минимальную скорость 1 мм/с соответствующей клавишей. Несколько раз аккуратно нажмите на рычажок фотопреобразователя. Если установка собрана правильно, перо самописца будет отклоняться в соответствии с нажатием на рычажок. Установка готова к работе. Подготовьте горячую воду.

Рыбу с помощью бинта зафиксируйте на препаровальной доске в боковом положении и поместите в аквариум с водой. С помощью хирургической иглы прошейте жаберную крышку ниткой. Нитку присоедините к рычажку Энгельмана (рычажок фотопреобразователя). Перемещением фотопреобразователя на универсальном штативе отрегулируйте натяжение нити так, чтобы при поднимании и опускании жаберной крышки отклонялся рычажок фотопреобразователя и сигнал регистрировался на ленте самописца. В ходе опыта постарайтесь не задевать рычажок Энгельмана и не менять натяжение нити. В противном случае нельзя будет судить об изменении глубины дыхания рыбы. Запишите несколько дыхательных движений рыбы в спокойном состоянии (фон) при скорости движения ленты 5 мм/с. Затем, не останавливая самописца, медленно доливайте теплую воду, повышая температуру в аквариуме до 25–30–35°C (остановка дыхания рыбы в пределах этих температур указывает на чрезмерно быстрое нагревание). Перемешивайте воду в аквариуме и контролируйте ее температуру с помощью термометра. Полученные пневмограммы вклейте в тетрадь. Проанализируйте влияние температуры на дыхательную активность рыбы. Зная скорость движения ленты самописца, рассчитайте частоту и определите глубину (амплитуда отклонения пера, мм) дыхания рыбы при спокойном состоянии и повышении температуры, сопоставьте данные, полученные в контроле и в опыте с повышением температуры. Постройте графики зависимости частоты и глубины дыхания от температуры. Сделайте выводы.

### *Лабораторная работа № 7*

#### ***Влияние недостатка кислорода в воде на дыхание рыбы***

**Цель работы:** убедиться, что концентрация кислорода в воде оказывает выраженное влияние на дыхательные движения рыбы.

**Оборудование:** то же, что и в работе № 6, вода с низким содержанием  $O_2$ .

**Объект исследования:** рыба небольших размеров.

Концентрация кислорода в воде оказывает выраженное влияние на частоту дыхания рыбы. При увеличении напряжения  $O_2$  в воде частота дыхания уменьшается, при уменьшении – уве-

личивается. Это увеличение у некоторых видов рыб может достигать двух-, трёхкратного размера. Искусственно понижая напряжение кислорода в воде (кипячение, пропускание через воду азота), можно изучить влияние недостатка кислорода на дыхательные движения рыб.

### **Ход работы**

Частота и глубина дыхания рыбы регистрируются на ленте самописца так же, как в предыдущей работе № 6. Включите лентопротяжный механизм клавишей «5 мм/с». Потом ручкой регулятора высоты штатива установите натяжение нити так, чтобы получить максимальную амплитуду отклонения пера самописца. В течение одной минуты запишите дыхательные движения рыбы. Затем добавьте в рабочий аквариум воду с пониженным содержанием кислорода, отметив при этом на диаграммной ленте момент добавления. В течение 2 минут регистрируйте дыхательные движения рыбы. Опыт повторите 3 раза с интервалом 5 минут. Проанализируйте полученные пневмограммы. Рассчитайте частоту и глубину дыхания рыбы в контрольном и опытном вариантах эксперимента, сравните данные. Сделайте выводы.

## *Лабораторная работа № 8*

### ***Влияние избытка двуокиси углерода в воде на дыхание рыбы***

**Цель работы:** убедиться, что у рыбы активность дыхания существенно зависит от наличия и концентрации углекислого газа в воде.

**Оборудование:** то же, что и в работе № 6, а также вода, насыщенная  $\text{CO}_2$ .

**Объект исследования:** рыба небольших размеров.

Угольная кислота действует на дыхательную активность рыбы в двух направлениях. Во-первых, растворяясь в воде, она подкисляет её, а это, в свою очередь, вызывает изменение частоты дыхания. Во-вторых, углекислота легко диффундирует через оболочки жаберного и кожного эпителия, проникает в кровь и затем производит широкое действие на организм. Внешне это про-

является в учащении дыхательных движений и уменьшении его глубины. Растворимость  $\text{CO}_2$  в воде в 30 раз больше, чем растворимость  $\text{O}_2$ . Однако в связи с очень низким содержанием двуокиси углерода в атмосфере (0,03 %) общее её количество, растворённое в воде, очень мало (0,3 мл  $\text{CO}_2$  на 1 л воды).

### **Ход работы**

Искусственно повышая количество двуокиси углерода в воде, можно исследовать её активизирующее влияние на дыхание рыб. Частоту и глубину дыхания легко учитывать по записи движений жаберных крышек. Подготовку прибора и объекта исследования смотрите в работе № 6. Рыбу фиксируют на препаровальной доске, помещённой в банку с водой. Задний край жаберной крышки прошивается нитью, свободный конец которого прикрепляется к рычажку Энгельмана, соединённого с фотопреобразователем. Переведите тумблер включения блока питания в положение «вкл.» (загорается сигнальная лампа), тумблером «сеть» включите самописец. Проверьте работу системы. Слегка нажмите пальцем на длинный рычаг заслонки фотопреобразователя, убедитесь, что перо самописца при этом отклоняется в сторону (амплитуда 1,5 см). Включите лентопротяжный механизм, нажав клавишу «5 мм/с». Поворотом ручки регулятора высоты штатива установите натяжение нити так, чтобы получить максимальную амплитуду отклонения пера самописца. В течение 30 секунд запишите дыхательные движения рыбы в спокойном состоянии (фоновая пневмограмма). Затем в аквариум с рыбой добавьте воду, насыщенную  $\text{CO}_2$ , отметив при этом на диаграммной ленте момент добавления воды с  $\text{CO}_2$ . В течение 1 минуты регистрируйте дыхательные движения рыбы под воздействием двуокиси углерода. Опыт повторите 3 раза с интервалом в пять минут.

Проанализируйте полученные данные фоновой и опытной пневмограмм. Определите частоту и глубину дыхания рыбы. Сделайте выводы.

**ТЕМА «СРАВНИТЕЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ПИЩЕВАРЕНИЯ И ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ»**

*Лабораторная работа № 9*

**Оценка фильтрационной способности двустворчатых моллюсков**

**Цель работы:** определить скорость фильтрации воды моллюсками и ее зависимость от размерно-весовых параметров животных.

**Оборудование:** 3 цилиндрических сосуда емкостью 2 литра, мерный стакан на 1 литр, весы чашечные с разновесами, весы торсионные, фотоэлектроколориметр (ФЭК), кюветы на 10 мм, фильтровальная бумага, миллиметровая бумага, шпатель, каолин.

**Объект исследования:** двустворчатые моллюски.

Двустворчатые моллюски получают пищевой материал и необходимый для дыхания кислород из воды, которая засасывается ими внутрь раковины вододвижущим аппаратом.

Двустворчатые моллюски играют большую роль в самоочищении водоемов, т. к. их фильтрующий аппарат обладает высокой улавливающей способностью. Эти животные могут удалять 92–100 % всех частиц, взвешенных в фильтруемом ими объеме воды.

В качестве количественной характеристики фильтрующей способности моллюсков обычно используют показатель скорости фильтрации воды животными, который выражают как объем воды, пропущенной моллюском через его вододвижущий аппарат за определенный отрезок времени. Для сравнения фильтрационной активности разных моллюсков рассчитывают величины удельных показателей скорости фильтрации по отношению к массе и размерам раковин исследуемых объектов.

**Ход работы**

В сосуды налить по 1 литру аквариумной воды. Сделать на торсионных весах три навески каолина по 400 мг и перенести их в воду, по одной навеске в каждый сосуд. Тщательно перемешать взвесь в каждом сосуде, используя магнитную мешалку.

В два сосуда поместить по одному моллюску, у которых предварительно измерены вес и длина раковины. Один сосуд оставить без моллюска для определения небиологического осаждения взвеси. Через два часа определить величину светопропускания (Е, %) в пробах взвеси. Для этого растворы из всех трёх сосудов проколориметрировать на ФЭКе в 10 мм кюветах. В ходе опыта и перед колориметрированием взвесь в сосудах не перемешивать. По величине светопропускания установить конечную концентрацию взвеси, используя предварительно построенный калибровочный график.

Расчёт скорости фильтрации воды моллюсками

Рассчитать скорость фильтрации воды моллюсками по формуле Виллиамсена:

$$V = m \left( \frac{\ln C_0 - \ln C_t}{t} - a \right), \text{ где}$$

$V$  – скорость фильтрации (мл/час);

$C_0$  и  $C_t$  – соответственно начальная (400 мг/л) и конечная (через 2 часа) концентрации взвеси (мг/л) в двух экспериментальных сосудах;

$m$  – объем воды в сосуде (1000 мл);

$t$  – продолжительность опыта (2 часа);

$a$  – поправка на небиологическое оседание, равная:

$$a = \frac{\ln C_0 - \ln C_{t1}}{t}, \text{ где}$$

$C_{01}$  и  $C_{t1}$  – соответственно начальная (400 мг/л) и конечная (через два часа) концентрации взвеси (мг/л) в 3-м сосуде, оставленном без моллюска;

$t$  – продолжительность опыта (2 часа).

Рассчитать среднюю скорость фильтрации воды для двух моллюсков. Определить расчётным путём удельную скорость фильтрации воды для каждого моллюска по отношению к его размеру и весу. Данные занести в таблицу 1 и проанализировать. Сделать выводы.

Таблица 1

**Результаты эксперимента**

| <i>N</i><br><i>моллюска</i> | <i>Размер</i><br><i>(см),</i><br><i>вес (г)</i> | <i>E %</i><br><i>(через</i><br><i>2 часа)</i> | <i>C мг/л</i><br><i>(через</i><br><i>2 часа)</i> | <i>Скорость</i><br><i>филт-</i><br><i>рации,</i><br><i>мл/час</i> | <i>Удельная скорость</i>                                                 |                                                                      |
|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                 |                                               |                                                  |                                                                   | <i>к размеру,</i><br><i><math>\frac{\text{мл/час}}{\text{см}}</math></i> | <i>к весу,</i><br><i><math>\frac{\text{мл/час}}{\text{г}}</math></i> |
| 1                           | 2                                               | 3                                             | 4                                                | 5                                                                 | 6                                                                        | 7                                                                    |

**Построение калибровочного графика**

1. Сделать четыре навески каолина – 50, 100, 200, 400 мг.
2. Каждую навеску растворить в отдельном сосуде в 1 л воды.
3. На ФЭКе определить светопропускание ( $E$ , %) взвеси в каждом сосуде.
4. Построить калибровочный график зависимости светопропускания ( $E$ , %) от концентрации взвеси ( $C$ , мг/л).

**Порядок работы на фотозлектроколориметре**

1. Включить прибор в сеть тумблером, находящимся на задней панели. Прогреть 5 минут.
2. Наполнить контрольную кювету дистиллированной водой, а опытную – исследуемой взвесью. Поместить кюветы в кюветодержатель, так чтобы контрольная кювета находилась против луча.
3. Настроить ФЭК на «0» по дистиллированной воде. Для этого при открытой крышке прибора установить стрелку на «0» ручкой «Установка 0».
4. Настроить ФЭК на «100». Для этого при закрытой крышке прибора установить стрелку на «100%» ручкой «Установка 100».
5. Ручкой «Кюветы» установить против луча кювету с образцом.
6. Определить светопропускание ( $E$ , %) по верхней шкале прибора при закрытой крышке. Использовать синий светофильтр. Для повышения точности результатов провести по три измерения с каждым образцом и вычислить среднее арифметическое в каждом опыте.

## **ТЕМА «ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА И ГОМЕОСТАЗ»**

### *Лабораторная работа № 10*

#### ***Определение соотношения плазмы и форменных элементов в крови рыбы, лягушки и млекопитающего животного***

**Цель работы:** определить и сравнить гематокриты разных животных.

**Оборудование:** гематокрит с центрифугой, капилляры, антикоагулянт.

**Объект исследования:** кровь рыбы, лягушки и теплокровного животного.

Для определения соотношения плазмы и форменных элементов цельную кровь разделяют на составные части центрифугированием. Прибор для определения объема плазмы и форменных элементов называется гематокритом.

Кровь для исследования у рыбы получают отрезанием хвостового стебля, у лягушки – отрезанием пальца задней конечности, а также берут цельную кровь теплокровного животного.

Для предотвращения свертывания крови используют вещества – антикоагулянты (например, порошок щавелевокислого натрия, который помещают рядом с местом забора крови и немедленно смешивают его с каплей появившейся крови).

#### **Ход работы**

Для определения необходимо заполнить исследуемой кровью каждого животного по два капилляра. Для этого узкий конец капиллярной трубки подводят сбоку к капле крови; в силу капиллярности кровь будет подниматься по трубке. Заполненные капилляры поместить в лунки центрифуги так, чтобы они обоими концами упирались в резиновые кольца, расположенные в центре и по краю центрифуги. Закрывают центрифугу крышкой и туго затягивают гайку на крышке. Центрифугируют при 3,5–4 тыс. оборотов в минуту в течение 10–15 минут. После полной остановки центрифуги открывают ее крышку и берут капилляры, в которых отчетливо видно разделение крови на плазму и форменные элементы. Капилляры поочередно устанавливают в ячейку держателя капилля-

ров гематокрита, перемещают их в горизонтальном направлении до тех пор, пока темная риска диагональной линейки не совпадет с границей раздела плазмы и форменных элементов. Вертикальная черта держателя капилляров укажет на шкале, расположенной в верхней части прибора, соотношение плазмы и форменных элементов (гематокрит, в %). Берется среднее значение из показателей двух капилляров, заполненных кровью одного животного. Определить и сравнить гематокриты разных животных.

### *Лабораторная работа № 11*

#### ***Осморегуляторная функция метанефридиев беззубки и почек лягушки. Влияние солености среды на содержание воды в теле***

Цель работы: убедиться, что метанефридии моллюсков выполняют осморегулирующую функцию в организме беспозвоночных животных.

**Оборудование:** весы, эфир.

**Объект исследования:** двустворчатый моллюск – беззубка, лягушка.

Деятельность метанефридиев у беззубки можно выключить эфирным наркозом или другими наркотическими веществами.

#### **Ход работы**

Взвесить беззубку и поместить её в аквариум с небольшим количеством воды так, чтобы раковина моллюска полностью была закрыта водой. Затем добавить в воду аквариума 5–10 мл эфира. Чтобы эфир не испарялся, аквариум необходимо плотно закрыть крышкой, поэтому в опыте лучше использовать эксикатор с притёртой крышкой. Для контроля параллельно поставить опыт с лягушкой в эксикаторе с водой без эфира. Через 15 минут взвесить обеих лягушек. Повторять взвешивания через каждые 15 минут в течение одного часа. Отметить изменения веса у опытного животного (вода с эфиром) и контрольного (вода без эфира). Сопоставить результаты взвешиваний опытной и контрольной лягушек. Прибавки в весе обозначают задержку выведения воды, поступающей в организм животного. Сделать выводы.

## РАЗДЕЛ III. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Задачи преподавания дисциплин «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» предусматривают теоретическое осмысление экологической физиологии как науки о причинах, механизмах и закономерностях реакции организма животных в различных условиях существования. По окончании изучения дисциплин обучающийся должен знать принципы взаимодействия организма животных с внешней средой в процессе адаптации к условиям жизни в водной или наземно-воздушной среде обитания.

Решению этих задач студентами, особенно обучающимися по заочной форме, в значительной степени способствует самостоятельное и под контролем преподавателя изучение теоретического материала в соответствии с Рабочей программой дисциплины (РПД).

### ***1. Программа теоретической подготовки и вопросы для самоконтроля***

**Введение в экологическую физиологию животных.** Предмет, методы и история развития эколого-физиологического направления в биологии. Характеристика различных сред обитания животных. Физико-химические свойства и явления в гидросфере, литосфере, атмосфере и их значение для жизни гидробионтов и аэробиионтов.

**Покровы животных и их роль для жизнедеятельности в разных средах обитания.** Особенности строения и функционирования покровов тела у животных разного систематического уровня. Значение покровов для жизни в определенной среде обитания и приспособления к ней.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Современные представления о структуре биологических мембран. Электровозбудимые и электронеовозбудимые мембраны.

2. Физиологические свойства электровозбудимых мембран. Физиологические особенности электронеовозбудимых мембран.

3. Проницаемость мембран. 4 типа транспорта веществ. Проницаемость клеток для воды, низкомолекулярных неэлектролитов, сахаров и аминокислот.

4. Проницаемость клеток для ионов. Активный транспорт как механизм поступления веществ в клетку и их стационарного распределения.

5. Мембранный потенциал, механизм его возникновения. Генерация нервного импульса в возбудимых клетках. Изменение проницаемости мембраны. Роль натриевого и калиевого насосов.

6. Ионные каналы. Гипотезы о структурах ионных каналов и их доказательства. Возбуждающая гиперполяризация в электрически невозбудимых структурах и механизмы ее возникновения.

**Внутренняя среда организма животных. Гомеостаз и механизмы его поддержания.** Понятия внутренней среды организма и гомеостаза. Типы систем циркуляции жидкостей, составляющих внутреннюю среду организма разных животных. Принципы функциональной организации сосудистой системы. Эволюция системы крови. Сравнительно-физиологические данные о показателях системы крови у водных и наземных животных разного систематического уровня. Форменные элементы крови. Система крови в измененных условиях среды. Функции крови. Дыхательная функция крови. Зависимость дыхательной функции от влияния экзогенных и эндогенных факторов. Типы дыхательных пигментов, распространенность их в животном царстве, функциональные особенности и зависимость от экологических факторов. Филогенетическая древность дыхательных пигментов. Защитная функция крови. Свертывание крови и гомеостаз. Общая характеристика системы свертывания крови в эволюции беспозвоночных. Механизмы свертывания крови у позвоночных животных. Свертывание крови при изменении температуры среды и при гипоксии. Влияние двигательной активности и физической нагрузки на свертывание крови. Иммуитет и фагоцитоз у беспозвоночных и позвоночных животных. Понятие гомеостаза. Системные механизмы поддержания гомеостаза на примерах функций крови, осмотической регуляции и терморегуляции в различных условиях среды обитания. Гомеостатическое поведение животных. Физиологический контроль гомеостатических механизмов.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Понятия внутренней среды организма и гомеостаза. Значение гомеостаза для жизнедеятельности животных в постоянно меняющихся условиях среды обитания.

2. Гомеостатические механизмы системы крови. Физико-химические свойства крови: удельный вес, pH, осмотическое давление.

3. Белковый состав плазмы и сыворотки крови. Роль белков плазмы. Функции крови. Сравнительные данные о количестве крови.

4. Дыхательные белки крови и гемолимфы.

5. Особенности строения и функционирования гемоцианинов, их физиологическая роль.

6. Гемоглобин беспозвоночных и позвоночных животных. Физиологические свойства гемоглобинов. Прямой и обратный эффекты Бора.

7. Клеточные элементы гемолимфы беспозвоночных (насекомых, ракообразных, моллюсков). Роль базофильных и эозинфильных гемоцитов.

8. Форменные элементы крови хордовых животных. Особенности лейкоцитарной формулы рыб.

9. Эволюция системы крови.

10. Гемостаз у разных видов беспозвоночных животных и его отличия от гемостаза у позвоночных.

**Экологические аспекты физиологии внешнего газообмена.** Влияние экологических факторов на дыхание. Особенности газообмена в водной и воздушной среде: содержание кислорода, факторы, влияющие на него и лимитирующие дыхание гидробионтов и аэробиионтов. Органы внешнего газообмена и принцип водного дыхания у беспозвоночных и позвоночных животных. Механизмы адаптации гидробионтов к изменению содержания кислорода в воде. Дыхание гидробионтов в токсической среде. Воздушное дыхание гидробионтов. Органы и принцип воздушно-го дыхания у наземных животных. Особенности дыхания у птиц. Влияние экологических факторов на дыхание. Приспособления к гипоксии у наземных животных. Сравнительная физиология

регуляции дыхания. Дыхательный центр: функциональная организация у низших позвоночных и млекопитающих животных, автоматия дыхательного центра.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Значение дыхания. Преимущество окислительных процессов перед брожением и гликолизом.

2. Газовый состав атмосферного воздуха, содержание газов в пресной воде и морской воде.

3. Механизм газообмена между воздухом и кровью, между кровью и тканями. Состав и парциальное давление газов альвеолярного воздуха, напряжение газов в крови.

4. Понятие о сурфактантах легких. Роль сурфактантов для внешнего газообмена.

5. Диффузионные лёгкие беспозвоночных.

6. Лёгкие амфибий, рептилий и птиц.

7. Факторы, влияющие на потребление кислорода животными.

8. Зависимый и независимый типы дыхания. Факторы, влияющие на зависимость газообмена от  $pO_2$  и механизмы этих реакций.

9. Жаберное дыхание у беспозвоночных животных – червей, моллюсков, ракообразных. Трахейные жабры.

10. Водное дыхание рыб. Потребности разных рыб к содержанию кислорода в воде.

11. Строение жаберного аппарата круглоротых, элазмобранхий и костистых рыб. Кровоснабжение жабр.

12. Механизм вентиляции жаберного аппарата костистых рыб. Влияние разных факторов на дыхание рыб.

13. Воздушное дыхание рыб (кожное, кишечное).

14. Дериваты пищеварительного аппарата рыб, обеспечивающие их воздушное дыхание. Роль плавательного пузыря у разных рыб. Наджаберные и лабиринтовые органы.

**Экологические основы питания и пищедобывательного поведение животных.** Эколого-физиологические особенности питания и пищеварительной деятельности. Потребительские качества пищи. Основные типы пищеварения и эволюция пищеварительной системы. Сравнительная физиология пищеварительных ферментов. Приспособление пищеварительных желез

к характеру питания. Характеристика понятий «кормовые ресурсы», «кормовая база», «кормность», «обеспеченность пищей», «пищевая элективность».

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Основные типы пищеварения и их характеристики. 2. Происхождение пищеварения (А. Флоркен, Х. С. Кош-тоянц, А. М. Уголев).

3. Выбор пищи у простейших и многоклеточных беспозвоночных.

4. Прием пищи у простейших. Пищеварительные вакуоли.

5. Гидролиз основных пищевых веществ у беспозвоночных. Распространенность пищеварительных ферментов.

6. Возникновение мембранного пищеварения.

7. Сравнительные данные о структуре пищеварительного аппарата у животных разного трофического уровня.

8. Приспособление пищеварительных желёз разных животных к растительной, животной и смешанной пище.

9. Зависимость характера питания животных от экологических факторов и сезона года. Смена характера питания в онтогенезе.

10. Стратегии пищедобывательного поведения разных животных.

**Обмен веществ и энергии у животных разных экологических групп.** Особенности энергообмена у животных разных трофических и систематических уровней. Общие закономерности преобразования энергии в организме разных животных. Уровень энергетического обмена и факторы, определяющие его у животных разного систематического и трофического уровней. Показатели энергообмена животных и человека: ДК,  $\text{ЭкО}_2$ , основной обмен и их зависимость от различных факторов. Влияние экзогенных и эндогенных факторов на обменные процессы у водных и наземных животных.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Источники энергии для представителей животного мира. Значение энергообмена для жизнедеятельности животных.

2. Взаимосвязь анаэробного и аэробного путей высвобождения энергии с разнообразными условиями жизни животных.

3. Энергетическая ценность белков, жиров и углеводов.
4. Обменные процессы у разных представителей животного мира.
5. Показатели эффективности белкового обмена в организме. Данные о белковом обмене у животных разных систематических и трофических групп.
6. Понятие азотистого баланса. Аммонотелические, уреотелические и урикоотелические животные.
7. Разнообразие количественного и качественного состава липидов различных живых организмов. Жировой метаболизм.
8. Значение бурой жировой ткани для процессов термогенеза у млекопитающих, обитающих в различных климатических условиях.
9. Специфические особенности метаболизма углеводов у разных животных.
10. Зависимость углеводного обмена рыб от температуры среды обитания.

**Физиология водно-солевого обмена и осмотической регуляции.** Понятие водно-солевого обмена, ионная регуляция, регуляция осмотического давления. Пойкилоосмотичные, изотоничные и гомойоосмотичные животные. Осмоконформеры и осморегуляторы. Основные принципы эволюции экскреторных органов беспозвоночных и позвоночных животных. Роль солености воды в эволюции осморегуляторных механизмов. Стеногалинные и эвригалинные животные. Осморегуляция у морских и пресноводных беспозвоночных животных. Принципы пресноводной осморегуляции у позвоночных гидробионтов. Осморегуляция у морских костных и хрящевых рыб. Физиологический контроль осморегуляции. Водный обмен и осморегуляция у наземных животных: амфибий, рептилий, птиц, млекопитающих.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Пути поступления воды в организм животных. Особенности обеспечения водой животных, обитающих в различных климатических условиях.
2. Понятия ионной и осмотической регуляции.

3. Приспособление животных к осмотическим условиям окружающей среды. Животные – осмоконформеры и осморегуляторы. Стеногалинные и эвригалинные животные.

4. Понятие, принципы и механизмы гипотонической регуляции осмотического давления.

5. Понятие, принципы и механизмы гипертонической регуляции осмотического давления.

6. Осморегуляция у морских костных рыб.

7. Особенности осморегуляции у морских хрящевых рыб.

8. Механизмы осморегуляции у наземных животных.

9. Почка как орган осморегуляции. Эволюция строения и функции почки.

10. Водный баланс млекопитающих животных. Осморегулирующий рефлекс.

11. Физиологический контроль осморегуляции.

**Теплообмен и терморегуляция.** Верхний и нижний температурные пороги жизни, факторы, их определяющие, у гидробионтов и аэробиионтов разных систематических групп. Понятие теплообмена организма, составляющие теплообмена и их соотношение у разных животных. Пойкилотермные и гомойотермные животные. Механизмы температурных адаптаций у пойкилотермных животных: изменение тканевой устойчивости, компенсаторные изменения уровня метаболизма, элементы терморегуляторного поведения. Гомойотермные животные и особенности их теплообмена: химическая терморегуляция, физическая терморегуляция, терморегуляторное поведение. Видовые различия терморегуляторных процессов у пойкилотермных и гомойотермных животных. Влияние экологических факторов на процессы терморегуляции. Нервный контроль терморегуляторных реакций.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Понятие и составляющие теплообмена у животного организма. Классификация животных в зависимости от особенностей теплообмена.

2. Источники тепла для организма животных. Соотношение и роль составляющих теплообмена у пойкилотермных и гомойотермных животных.

3. Механизмы температурных адаптаций у пойкилотермных животных: изменение тканевой устойчивости, компенсаторные изменения уровня метаболизма.

4. Элементы терморегуляторного поведения у пойкилотермных животных.

5. Механизмы химической терморегуляции у гомойотермных животных.

6. Физическая терморегуляция: понятие и механизмы терморегуляторных реакций у птиц и млекопитающих.

7. Поведенческая терморегуляция у гомойотермных организмов.

8. Нервный контроль терморегуляторных реакций.

9. Видовые различия терморегуляторных процессов у пойкилотермных и гомойотермных животных.

10. Влияние экологических факторов и среды обитания на процессы терморегуляции.

**Сенсорные системы.** Общие принципы деятельности сенсорных систем. Органы чувств беспозвоночных гидробионтов. Особенности строения и функционирования анализаторов у позвоночных животных. Анализатор боковой линии рыб. Магнитная ориентация у рыб и птиц. Эхолокация у животных. Взаимодействие между животными при помощи химических веществ.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Классификация рецепторов.  
2. Преобразование сигналов в рецепторах.  
3. Кодирование информации в рецепторах. Способы кодирования.

4. Как ЦНС различает разные модальности стимулов, поступающих в ЦНС в виде потенциалов действия с одинаковыми свойствами?

5. Каковы главные механизмы сенсорной адаптации?

6. В чём главное различие электрической реакции на освещение фоторецепторов сетчатки у беспозвоночных и позвоночных животных?

7. Особенности способов фокусировки оптического изображения в глазу костистых рыб и млекопитающих.

8. Какую часть электромагнитного излучения занимает спектр видимого света? Почему в процессе эволюции животные приспособились использовать для зрительного восприятия такой ограниченный диапазон электромагнитных волн?

9. В чём различие между механизмами частотного анализа в гипотезе бегущей волны Бекеши и в резонансной теории Гельмгольца?

10. Каким образом электрические рецепторы «низковольтных» электрических рыб воспринимают присутствие внешнего предмета?

11. Механорецепторы беспозвоночных и позвоночных животных. Кутикулярные рецепторы. Проприорецепторы. Рецепторы растяжения.

12. Какими важнейшими свойствами обладают хеморецепторные белки?

13. Хеморецепция у простейших, кишечнорастворимых, червей, моллюсков.

14. Хеморецепция у членистоногих животных: ракообразных, паукообразных и насекомых.

**Поведенческие основы адаптаций.** Основные направления и специфические методы изучения. Поведенческие основы адаптаций. Генотипические врожденные формы поведения молодых особей. Условные рефлексы и привыкание. Физиологические и экологические закономерности стайного поведения рыб. Роль памяти в формировании адаптивного поведения.

### ***Вопросы для повторения и самоконтроля***

1. Понятие о кинезах и таксисах. Виды кинезов и их характеристика (ортокинез, клинокинез, оптокинез).

2. Таксисы и их характеристика (клинотаксис, фототаксис, гальванотаксис, теплотаксис, менотаксис, мнемотаксис).

3. Понятие об инстинктах.

4. Виды несигнальных и сигнальных форм поведения; привыкание, суммационный рефлекс, импретинг, условный рефлекс.

5. Взаимодействие между животными при помощи химических веществ.

6. Виды телергонов (феромонов) и их биологическое значение.

7. Естественный репеллент рыбы, его значение в организации поведения.

8. Электрогенераторные и электрорецепторные органы рыб. Их строение и функции.

9. Роль электрогенераторных и электрорецепторных органов в поведении.

10. Виды памяти и их значение в формировании адаптивного поведения.

## **2. Задачи**

### **для самостоятельного решения обучающимися в межсессионный период**

#### ***Задача № 1. Расчет баланса азота у рыбы***

**Решить задачу.** Рыбой за сутки съедено 5600 мг мотыля, 1000 мг трубочника и 850 мг ручейника, содержащих определённое количество азота (таблица). В суточных экскрементах рыб содержится 63,7 мг азота, а в 100 мл воды из аквариума содержание азота равно 0,18 мг. Опыт проводили в аквариуме объемом 2 литра.

**Рассчитать** баланс азота у одной рыбы. Для расчёта использовать данные таблицы.

#### ***Содержание азота и воды в кормовых организмах***

| <i>Наименование<br/>организма</i> | <i>Вода</i> | <i>Содержание азота в %</i> |                         |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------|
|                                   |             | <i>в сыром веществе</i>     | <i>в сухом веществе</i> |
| Трубочник                         | 83,75       | 1,36                        | 8,32                    |
| Мотыль                            | 83,72       | 1,55                        | 9,45                    |
| Ручейник                          | 79,45       | 1,81                        | 8,80                    |
| Моллюски                          | 70,86       | 0,67                        | 2,27                    |

Сравнить данные по балансу азота у рыб при кормлении сухими и сырыми объектами. Сделать вывод о предпочитаемом корме на основе расчётных данных.

## ***Задача № 2. Расчет пищевого рациона рыб***

**Решить задачу.** Молодь сазана весом 6 граммов должна получать в сутки 17,9 мг азота. На основании анализа содержимого кишечника установлено, что сазан питается мотылем и моллюсками. Причем реконструированный вес как мотыля, так и моллюсков в кишечнике сазана составлял по 400 мг.

**Определить:** какова величина суточного рациона (мг) молоди сазана?

Какую долю от веса тела сазана (в процентах) составляет его суточный рацион? При решении задачи использовать данные таблицы из предыдущей задачи.

## ***Задача № 3. Расчёт количества эритроцитов в крови рыб***

**Цель работы:** ознакомиться с методом подсчёта эритроцитов в камере Горяева и определить количество эритроцитов в крови разных рыб.

Для подсчета количества эритроцитов, содержащихся в крови животных, в т. ч. рыб, используют камеру Горяева. Перед определением форменных элементов анализируемую кровь разбавляют, создавая концентрацию клеток, удобную для подсчёта. Разбавленной кровью заполняют камеру Горяева и подсчитывают число эритроцитов в  $1 \text{ мм}^3$  (1 мкл). У человека в норме оно составляет 4.5–5.0 млн клеток. В крови рыб содержание эритроцитов несколько ниже и отличается у разных видов.

**Содержание эритроцитов в крови некоторых рыб (количество клеток в  $1 \text{ мм}^3$  крови):** щука – 2.572.000; судак – 1.780.000; карп – 1.837.000; сом – 1.220.000; окунь – 1.380.000; плотва – 1.910.000; лещ – 1.720.000; жерех – 1.850.000.

Счётная камера Горяева представляет собой толстое предметное стекло, в средней части которого имеются четыре желобка. Между ними образуются три узкие площадки. Плоскости боковых площадок служат для притирания покровного стекла до появления так называемых Ньютоновских колец. После притирания покровного стекла создается камера, закрытая с двух

боковых сторон, а с двух других остаются щели (капиллярные пространства), через которые и заполняют камеру анализируемой кровью. Средняя площадка ниже боковых на 0,1 мм. Она разделена пополам поперечным желобком на две части, на каждой из которых выгравирована сетка. По этим сеткам и производят подсчёт эритроцитов.

При рассмотрении камеры счётной сетки под микроскопом хорошо видны малые и большие квадраты. Сетка Горяева состоит из 225 больших квадратов (15 рядов по 15 больших квадратов). Каждый третий большой квадрат разделён дополнительно поперечными и продольными линиями на 16 маленьких квадратов.

*Задание 1.* Изучить устройство счетной камеры Горяева.

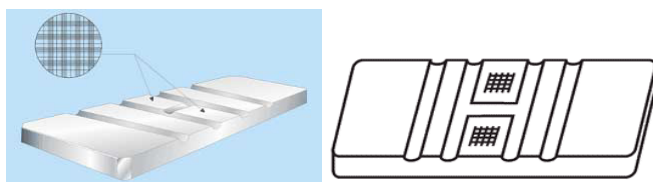


Рис. 1. Общий вид камеры Горяева сверху

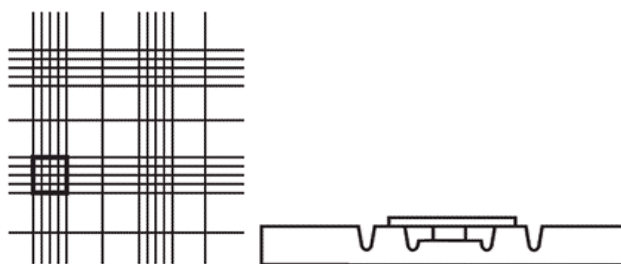


Рис. 2. Один большой квадрат, состоящий из 16 маленьких.  
Вид камеры Горяева сбоку

*Задание 2.* Решить задачу по следующими данными. В ходе лабораторного анализа крови костистых рыб и подсчёта количества эритроцитов в 80 малых квадратах камеры Горяева обнаружено: у плотвы – 170 эритроцитов; у окуня – 147 эритроцитов; у щуки – 285 эритроцитов. Рассчитать по приведённой выше формуле содержание эритроцитов в крови обследованных костистых рыб. Объяснить, почему А умножают на 4000 и 200 и делят на 80.

Сопоставить результаты, полученные в опыте, с данными литературы. Сделать выводы.

#### ***Задача № 4. Расчет количества лейкоцитов в крови рыб***

Определение количества лейкоцитов в крови имеет важное значение для оценки функционального состояния здорового организма и диагностики заболеваний как у человека, так и животных. Повышение количества лейкоцитов в крови (лейкоцитоз) может быть физиологическим (пищевой – после приёма пищи; миогенный – после физической нагрузки; лейкоцитоз в период беременности) и патологическим. Снижение лейкоцитов в крови (лейкопения) связано с патологическими процессами. У человека в норме содержание лейкоцитов колеблется в пределах от 4000 до 8000 клеток/мм<sup>3</sup> крови. Нормальное количество лейкоцитов в крови рыб значительно выше, чем у человека и млекопитающих (у некоторых костистых рыб свыше 100000 клеток/мм<sup>3</sup>). Количество лейкоцитов у одного и того же вида рыб сильно колеблется в зависимости от возраста, сезона и состояния зрелости половых продуктов.

**Цель работы:** методом расчёта определить содержание лейкоцитов в крови разных рыб.

В связи с таким большим количеством лейкоцитов кровь для их подсчета разводят в смесителе для эритроцитов.

#### **Ход работы**

Кровь из часового стекла как можно быстрее набирают в смеситель для эритроцитов до метки 1 и затем разбавляют до метки 101. Таким образом, кровь разводится в 100 раз.

Подсчитывают количество клеток в 10 больших квадратах. При пересчете надо помнить, что кровь разведена в 100 раз:

$$X = \frac{B \cdot 4000 \cdot 100}{160},$$

где X – искомое число лейкоцитов, B – число лейкоцитов в 10 больших квадратах (160 малых).

Определить и сравнить количество лейкоцитов в крови разных рыб. Сделать выводы.

### ***3. Тематика рефератов и рекомендации по подготовке***

Дисциплины «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология» предусматривают формирование у обучающихся опыта самостоятельного поиска новых знаний и таких элементов компетенций, как владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения; умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь и т. д.

На реализацию этих задач направлено использование в учебном процессе такой образовательной технологии, как подготовка и публичная защита реферата. Выступление с докладом по теме реферата является также важным элементом первого этапа промежуточного контроля знаний по дисциплинам «Сравнительная экологическая физиология» и «Экологическая физиология».

1. Гидросфера – жизненная среда гидробионтов: общая характеристика, физико-химические свойства воды и их значение для жизнедеятельности гидробионтов.

2. Гидросфера – жизненная среда гидробионтов: общая характеристика, физико-химические явления в гидросфере и их значение для жизнедеятельности гидробионтов.

3. Литосфера и атмосфера и их свойства, определяющие и лимитирующие жизнедеятельность аэробиионтов.

4. Внутренняя среда организма и ее становление в филогенезе. Гомеостаз: определение понятия и механизмы. Значение гомеостаза для устойчивости и выживания организмов в среде обитания.

5. Сердца беспозвоночных и позвоночных животных. Типы циркуляторных систем.

6. Клеточные элементы гемолимфы беспозвоночных и форменные элементы крови позвоночных животных.

7. Дыхательные пигменты, их виды, распространение в животном мире и функциональные свойства.

8. Тканевые гемоглобины разных животных.

9. Газотранспортная функция эритроцитов: показатели, онтогенетические особенности, зависимость от различных факторов.

10. Механизмы поддержания гемостаза у беспозвоночных и позвоночных животных.

11. Иммуитет и фагоцитоз у беспозвоночных и позвоночных животных.

12. Теплообмен и его составляющие у пойкилотермных и гомойотермных животных. Температурные пороги жизни.

13. Пойкилотермные животные: температура тела и особенности теплообмена. Эвритермные и stenотермные животные. Температурная адаптация пойкилотермных животных.

14. Терморегуляторное поведение и другие элементы терморегуляции у пойкилотермных животных.

15. Гомойотермные животные: температура тела и особенности теплообмена.

16. Химическая терморегуляция.

17. Физическая терморегуляция.

18. Поведенческая терморегуляция. Нервный контроль терморегуляторных реакций у гомойотермных животных.

19. Особенности газообмена в водной и воздушной среде: содержание кислорода, факторы, влияющие на него и лимитирующие дыхание гидробионтов и аэробиионтов.

20. Принцип водного дыхания. Органы водного дыхания у беспозвоночных и позвоночных животных.

21. Морфофункциональные механизмы адаптации гидробионтов к изменению содержания кислорода в воде.

22. Воздушное дыхание гидробионтов. Приспособления для воздушного дыхания у разных водных животных.

23. Влияние экологических факторов на дыхание водных животных. Дыхание гидробионтов в токсической среде.

24. Особенности строения и функционирования органов внешнего газообмена у наземных животных. Принцип воздушного дыхания. Приспособления к гипоксии у наземных животных.

25. Структурно-функциональные особенности и механизм внешнего дыхания у птиц.

26. Показатели энергообмена животных и человека: основной обмен, ДК, Эко<sub>2</sub>, и их зависимость от различных факторов.

27. Особенности энергообмена у животных разных трофических и систематических уровней. Влияние экзогенных (экологических) и эндогенных факторов на обмен энергии у животных. Движение и энергообмен.

28. Сравнительные данные о структуре пищеварительного аппарата.

29. Приспособление пищеварительных желез к характеру питания. Сравнительные данные о ферментативных адаптациях в пищеварении.

30. Пищевые потребности различных животных. Элективность питания. Основные потребительские качества пищи.

31. Кормовые ресурсы, кормовая база, кормность и обеспеченность пищей.

32. Понятия ионной и осмотической регуляции. Приспособление животных к осмотическим условиям среды: стеногалинные и эвригалинные животные, осморегуляторы и осмоконформеры.

33. Пресноводная осморегуляция.

34. Осморегуляция у морских беспозвоночных животных и костных рыб.

35. Осморегуляция у хрящевых рыб.

36. Химические синапсы: особенности строения, электрофизиология, медиаторы возбуждающего и тормозящего действия.

37. Электрические синапсы, их распространение и свойства.

38. Взаимодействие животных при помощи химических веществ.

39. Эхолокация у наземных и водных животных.

40. Эколого-физиологические особенности магнитной ориентации у птиц и рыб.

41. Эколого-физиологические особенности стайного поведения рыб.

42. Органы боковой линии, их строение, особенности функционирования и значение для жизнедеятельности.

Чтобы правильно написать и оформить реферат, необходимо знать и обратить внимание на следующие рекомендации.

**Реферат** – от лат. *refero* – «сообщаю» – краткое изложение в письменном виде или сообщение в форме публичного доклада содержания книги, отдельной статьи, нескольких работ, научного труда или литературы по общей тематике.

Реферат является самостоятельной научно-исследовательской работой, в которой обучающийся должен раскрыть суть исследуемой проблемы, привести различные точки зрения и собственное мнение по ней. Работайте над рефератом поэтапно, уделяя особое внимание указанным ниже моментам..

### ***1. Выбор темы реферата***

Тематику рефератов заранее определяет преподаватель в соответствии с программой теоретической подготовки по дисциплине «Экологическая физиология животных». Она затрагивает в основном те вопросы, которые вынесены на самостоятельное изучение и включены в пакет контрольно-тестовых материалов для промежуточной аттестации. Право выбора темы реферата предоставляется самим обучающимся. Формулировку темы может также предложить студент, т. е. инициатива обучающихся не исключена.

Перед выбором темы реферата необходимо внимательно прочитать весь предложенный список, определить свой интерес и проблему, над которой Вы хотели бы поработать, чтобы изучить её более глубоко. Тема должна быть не только интересной по содержанию, но также актуальной по своему значению.

### ***2. Ознакомление с требованиями, предъявляемыми к форме, содержанию, объёму реферата и его оформлению***

Форма представления реферата – краткое изложение нескольких работ, затрагивающих выбранную для изучения и анализа тему.

Содержание реферата – должно отражать суть изучаемой проблемы, различные точки зрения по теме исследования из источников литературы и собственное мнение обучающегося – автора реферата.

*Содержание реферата* включает следующие компоненты:

- Титульный лист.
- План (оглавление, содержание). В нем последовательно приводятся названия глав или разделов реферата, указываются страницы, с которых начинается каждый раздел.

- Введение. В нём формулируется суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяется ее значимость и актуальность на основе современного состояния изученности вопроса, указывается цель и задачи реферата.

- Основная часть реферата. Приводит термины, определения понятий, классификации, формулировки законов и закономерностей. Доказательно раскрывает теоретические положения, основные механизмы процессов приспособления функций к изменяющимся условиям среды на основе мнений разных авторов, цитируемых в работе. Каждый раздел является логическим продолжением предыдущего.

- Заключение. Подводятся итоги или дается обобщенный вывод по теме реферата, Предлагаются рекомендации.

- Список литературы. Перечень источников, из которых была взята информация, раскрывающая тему реферата.

*Объем работы* может варьироваться в зависимости от выбранной темы и современного состояния изученности и разработки вопроса. Как правило, не должен превышать 10 листов машинописного текста.

*Оформление реферата* должно соответствовать стандартам оформления научной работы. Реферат оформляется на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Первой страницей является титульный лист, на котором необходимо указать: название образовательного учреждения и кафедры, тему реферата и название дисциплины, по которой выполняется реферат, Ф.И.О. автора реферата и группу, в которой он обучается, Ф.И.О. научного руководителя (как правило, это преподаватель, ведущий дисциплину), место и год выполнения работы (образец титульного листа представлен в Приложении). На второй странице приводится план (оглавление, содержание) реферата, в котором напротив названия каждого пункта (главы, раздела) указывается страница, с которой этот пункт начинается. С третьей страницы начинается изложение введения и далее основной части реферата в строгом соответствии с планом, приведённым на предыдущей странице. Предпоследняя страница основного текста реферата должна в обязательном порядке содержать заключение, которое может

быть представлено в виде пронумерованных выводов или краткого текста либо сочетать эти два варианта заключения. Последняя страница основного текста – библиографический список источников литературы.

По ходу изложения материала в реферате обязательно должны быть указаны ссылки на источники литературы, которые даются в квадратных скобках арабскими цифрами, соответствующими нумерации фамилий авторов, приведённых в библиографическом списке.

Реферат может содержать приложение, в которое чаще всего помещают схемы, рисунки, диаграммы, графики, фотографии, таблицы с цифрами и т. д. Они являются иллюстративным сопровождением основных теоретических положений реферата и не входят в общий объем работы.

Страницы реферата должны быть пронумерованы. При этом первой страницей считается титульный лист, но номер на нём не ставится. На второй (план реферата) и последующих страницах номер выставляется арабской цифрой в центре нижнего поля.

### ***3. Подбор и изучение основных источников литературы по теме реферата***

В работе над рефератом должно быть использовано не менее 5 источников. В случае затруднения в выборе литературы обратитесь за помощью к преподавателю.

### ***4. Составление библиографического списка источников***

Список источников, по которым Вы будете писать реферат, должен быть представлен обязательно. Как правило, его приводят на последней странице основного текста реферата. Авторы источников литературы (или названия работ, если они публикуются под редакцией или это документы без авторов, например: законы, положения, другие нормативные документы) располагаются в алфавитном порядке: сначала русские фамилии, потом иностранные и в конце списка – источники из Интернета с адресами сайтов. Обратите внимание на правильное оформление библиографии в строгом соответствии с требованиями действующего ГОСТа.

### ***5. Анализ и систематизация информации. Разработка плана реферата***

Внимательно прочитайте главы учебников, монографий, пособия, статьи и другие источники, взятые для написания реферата. Выберите нужную информацию и систематизируйте её в соответствии с общими пунктами предварительного плана реферата. К таким отправным пунктам, которые должны быть обязательно освещены в реферате, можно отнести: характеристику современного состояния проблемы, обоснование выбранной темы, актуальность поставленной проблемы, исторический аспект изучения вопроса, известные факты, результаты современных исследований, материал, подтверждающий научное либо практическое значение изучаемой проблемы в настоящее время, и т. д.

### ***6. Написание реферата***

### ***7. Подготовка к защите и выступление с докладом по теме реферата***

Уточните у преподавателя временной регламент представления доклада по теме реферата. Внимательно прочитайте составленный Вами текст реферата. С учётом отведённого на доклад времени выберите главные моменты, отражающие самую суть и современные представления изученного вопроса. Подберите доказательный иллюстративный материал. Подготовьте презентацию, используя современные компьютерные возможности и технологии. Помните, что доклад не должен представлять прочтение всего текста реферата, ведь слушатели не сомневаются, что Вы умеете читать. В докладе Вы должны показать, продемонстрировав актуальность поставленной проблемы и знание современного уровня её решения на основе известных результатов и фактов, что при изучении источников литературы разобрались в выбранной для реферата теме. Приведите материал, подтверждающий научное либо практическое значение в настоящее время на основе ссылок на работы ученых, занимающихся данной проблемой.

Перед подготовкой к выступлению по теме реферата обязательно ознакомьтесь с критериями оценки доклада и работы в целом. К общим критериям, в первую очередь, относятся Ваша эрудированность в рассматриваемой области по таким пунктам,

как знание актуальности проблемы, степень изученности её современного состояния, использование научных фактов и известных результатов для доказательства основных положений решаемой проблемы. Важное значение при оценке доклада имеют грамотность и логичность изложения материала, ответы на вопросы слушателей, качество иллюстративного материала, умение соблюдать временной регламент. Кроме того, общая оценка будет учитывать структуру, содержание и соответствие требованиям представленной реферативной работы и стандартам её оформления.

#### ***4. Вопросы к зачёту и рекомендации по подготовке***

1. Общая характеристика и физико-химические свойства гидросферы как среды обитания водных животных.
2. Физико-химические явления в гидросфере и их значение для жизнедеятельности гидробионтов.
3. Внутренняя среда организма и ее становление в филогенезе. Гомеостаз, его значение для устойчивости живых существ.
4. Сердца беспозвоночных и позвоночных животных. Типы циркуляторных систем.
5. Клеточные элементы гемолимфы беспозвоночных животных.
6. Форменные элементы крови позвоночных животных.
7. Дыхательные пигменты, их виды и распространение в животном мире.
8. Гемопоз, формирование очагов кроветворения в филогенезе.
9. Функциональные свойства дыхательных пигментов.
10. Кривые диссоциации гемоглобина разных видов, их особенности.
11. Онтогенетические особенности гемоглобина и газотранспортной функции эритроцитов.
12. Тканевые гемоглобины разных животных.
13. Эволюция дыхательной функции крови. Филогенетическая древность дыхательных пигментов.
14. Механизмы поддержания гомостаза у беспозвоночных животных.

15. Свертывание крови у позвоночных животных
16. Эволюция свертывающей способности крови, ее направления и значение для жизнедеятельности организмов.
17. Иммуитет и фагоцитоз у беспозвоночных и позвоночных животных.
18. Теплообмен и его составляющие у пойкилотермных и гомойотермных животных. Температурные пороги жизни.
19. Пойкилотермные животные. Механизмы температурной адаптации.
20. Элементы терморегуляции у пойкилотермных животных.
21. Терморегуляторное поведение пойкилотермных животных и его регуляция
22. Гомойотермные животные: температура тела и особенности теплообмена.
23. Химическая терморегуляция.
24. Физическая терморегуляция.
25. Поведенческая терморегуляция. Нервный контроль терморегуляторных реакций у гомойотермных животных.
26. Особенности газообмена в водной и воздушной среде: содержание кислорода, факторы, влияющие на него и лимитирующие дыхание гидробионтов и аэробиионтов.
27. Принцип водного дыхания. Органы водного дыхания у беспозвоночных и позвоночных животных.
28. Приспособления гидробионтов к изменению содержания кислорода в воде.
29. Адаптации транспортной функции крови к колебаниям напряжения кислорода в воде.
30. Воздушное дыхание гидробионтов. Приспособления для воздушного дыхания у разных животных.
31. Принцип воздушного дыхания у наземных животных.
32. Дыхание птиц.
33. Дыхательный центр: особенности функциональной организации у низших позвоночных и млекопитающих животных, автоматия дыхательного центра.
34. Приспособления к гипоксии у наземных животных.
35. Влияние экологических факторов на дыхание.

36. Дыхание гидробионтов в токсической среде.
37. Показатели энергообмена животных и человека: ДК,  $\text{ЭкO}_2$ , — и их зависимость от различных факторов.
38. Основной обмен как показатель биоэнергетики животных и человека: условия определения, величина и зависимость от различных факторов.
39. Особенности энергообмена у животных разных трофических и систематических уровней.
40. Влияние экологических факторов на обмен энергии у животных.
41. Движение и энергообмен.
42. Основные потребительские качества пищи. Понятия, характеризующие трофическую обстановку. Элективность питания, ее причины и значение.
43. Сравнительные данные о структуре пищеварительного аппарата.
44. Приспособление пищеварительных желез к характеру питания. Регуляция работы пищеварительных желез.
45. Сравнительные данные о ферментативных адаптациях в пищеварении.
46. Влияние внешних факторов на перевариваемость пищи у различных животных.
47. Приспособление животных к осмотическим условиям среды. Стеногалинные и эвригалинные животные.
48. Особенности водно-солевого обмена у гидробионтов. Осморегуляторы и осмоконформеры.
49. Осмотическая адаптация пойкилоосмотических животных.
50. Гомойоосмотические животные.
51. Гипо- и гипертоническая осморегуляция у беспозвоночных животных.
52. Пресноводная осморегуляция у позвоночных животных.
53. Осморегуляция у морских хрящевых и костных рыб.
54. Почки млекопитающих животных, механизм образования мочи. Осморегулирующий рефлекс.
55. Мембранный потенциал (МПП) и потенциал действия (ПД) клетки: величина, факторы участвующие в создании, функции. Механизм генерации потенциала действия.

56. Электрофизиология простейших. Электрические явления у многоклеточных животных.

58. Химические синапсы: особенности строения, электрофизиология, медиаторы возбуждающего и тормозящего действия.

59. Электрические синапсы, их распространение и свойства.

60. Общие принципы и особенности функционирования сенсорных систем у наземных и водных животных: структура анализатора, классификация рецепторов, механизмы сенсорной чувствительности.

61. Органы боковой линии, их строение, особенности функционирования и значение для жизнедеятельности животных.

62. Взаимодействие между животными при помощи химических веществ.

В студенческой жизни сессия – сложный, но неизбежный этап, поэтому готовиться к зачётам и экзаменам рано или поздно всё равно придется. Лучше, конечно, рано, чем поздно. Волнение, страх, колоссальный стресс, недосыпание, раздражительность – вот далеко не полный перечень ощущений, связанных у обучающихся с сессионным периодом.

Существует немало рекомендаций о том, как с минимальным ущербом для здоровья подготовиться к зачётам и экзаменам, какой метод выбрать для наиболее эффективного запоминания и усвоения материала в короткий подготовительный срок, как правильно вести себя и меньше волноваться во время сдачи экзамена или зачёта. Эти вопросы волнуют как начинающих, так и уже опытных студентов и являются особенно актуальными для обучающихся по заочной форме, имеющих огромный дефицит времени на подготовку, т. к. в сессию нередко зачёты и экзамены следуют почти ежедневно.

Большое значение для успешной сдачи зачётов и экзаменов имеют умение не волноваться и эмоциональная устойчивость. Не нужно относиться к сессии, как к катастрофе, нужно принять необходимость её сдачи, что существенно поможет в обретении нужного в этот период спокойствия. Важен положительный настрой и оптимистический взгляд на происходящее. Паника

во время подготовки и сдачи сессии деморализует и выбивает из колеи. При этом теряется не только вера в себя, но и время на ненужные размышления.

Специалистами разработано довольно много способов развития эмоциональной устойчивости. Например, достаточно эффективными являются методы целенаправленно созданные человеком для управления самим собой, т. е. способности к **саморегуляции**. Психологи выделяют четыре способа саморегуляции: релаксация (расслабление), концентрация, визуализация и самовнушение. Основной способ саморегуляции – самовнушение. Оно должно быть позитивным, жизнеутверждающим, конструктивным, т. е. нельзя внушать себе негативное; самовнушение предполагает многократное повторение простых и четких фраз в утвердительной форме без частицы «не» (я хочу, я могу и т. п.).

Многие используют как способ конструктивной, положительной психологической настройки и убеждения себя в том, что все будет хорошо, так называемые «обряды». Например, в ночь перед зачётом или экзаменом спят с учебником, конспектом, наконец, шпаргалкой под головой, считая, что все знания из них переместятся в голову; кладут в обувь пять рублей или берут с собой на зачёт игрушку или другой предмет, считая его талисманом удачи, и т. д. Полезно вспомнить все, что ассоциируется с успешными делами или ранее сданными зачётами и экзаменами, чтобы закрепить «хорошие приметы» в качестве своих собственных «ритуалов», способствующих позитивному психологическому настрою. Важно помнить, что все психологические методы саморегуляции индивидуальны, поэтому желательно найти свои собственные способы.

В преодолении ощущения страха, паники и состояния стресса значительную роль могут сыграть и физиологические приёмы. Один из самых быстрых и эффективных способов состоит в том, что надо закрыть глаза и сделать несколько медленных, глубоких дыхательных движений. При замедленном дыхании сердце начинает биться медленнее, количество адреналина в крови уменьшается, нервная система успокаивается. Одновременно можно проговорить про себя «Я спокоен и расслаблен» или «Я знаю,

что смогу это сделать и сделаю это хорошо!». Соблюдайте режим дня. Больше пейте обычной негазированной воды, некрепкого чая. Правильно питайтесь. Ешьте больше мяса и рыбы, свежих овощей и фруктов. Если усталость берет верх, последуйте примеру японцев: потратьте 15 минут на кратковременный сон в тишине и покое. Поверьте, сил прибавится. Не забывайте про свежий воздух в комнате, где Вы работаете. Боритесь с гиподинамией. Не засиживайтесь на одном месте и примите правильное положение тела на стуле. Не стоит учить, лежа на кровати. Очень важно перед экзаменом выспаться. Не стоит напрягаться, сидя за книгами всю ночь перед экзаменом в надежде побольше выучить или систематизировать знания. Эффект может быть обратным, т. к. мозг переутомляется, голова становится «тяжелой» и человеку начинает казаться, что он «ничего не помнит». Лучше лечь спать в привычном для Вас режиме и проснуться со свежей головой и хорошими мыслями.

Многие думают, что справиться с волнением в день экзамена может помочь приём успокоительных препаратов. Однако этого делать не стоит, так как они могут вызвать сонливость, снизить внимание и активность мыслительных процессов и т. д. Вместо употребления таблеток лучше плотно, но не обильно (обильная еда вызывает желание поспать) позавтракать. За завтраком можно съесть несколько кусочков шоколада, т. к. шоколад активизирует мыслительные процессы. Чтобы справиться с напряжением, полезно перед завтраком сделать физзарядку и принять контрастный душ.

В процессе подготовки к экзаменам желательно окружать себя предметами желтого и фиолетового цвета. Желтый цвет способствует запоминанию, а фиолетовый стимулирует интеллектуальные способности и умственную активность. Используйте также возможности ароматерапии. Натуральные эфирные запахи нормализуют психическое состояние человека, уравнивая процессы возбуждения и торможения в нервной системе. Ароматы лимона, лаванды, розмарина, герани, апельсина способствуют активизации умственной деятельности, сосредоточенности и концентрации внимания. Смех – это также отличное средство

борьбы со страхом. Так что никогда не забывайте про чувство юмора – пусть оно не покидает Вас и во время экзамена.

Для успешной сдачи зачётов и экзаменов важно иметь необходимые источники литературы: учебники, пособия, лекции, рекомендованные преподавателем.

В процессе подготовки важное значение имеет выбор способов для запоминания теоретического материала. В настоящее время существует большое количество методик, направленных на улучшение усвоения знаний, например, с помощью ассоциаций, структурирования, конспектирования и др. Все они действительно работают. Однако необходимо ещё в процессе обучения и самостоятельного освоения нового материала, используя разные методы запоминания, найти «свои», те, которые будут наиболее эффективны для Вас. При самостоятельном изучении материала делайте акцент на то, чего Вы не знаете или знаете плохо. Читая, старайтесь понять, а не вызубрить. «Зубрёжка» – механическое заучивание информации – один из самых жестоких способов издевательства над своим интеллектом, отнимает уйму времени, не давая взамен прочных знаний. Нужно понимать, что читаешь, а не зубрить.

Распространенная ошибка – учить билеты по порядку или списку. В результате половина билетов выучена, а оставшиеся невыученные – это как раз те, о которых Вы даже никогда не слышали. Начинайте с незнакомого, а заканчивайте беглым пролистыванием того, что знаете хорошо (если на это останется время). Отмечайте выученное ярким маркером.

Для большинства людей повторение изученного материала «про себя», «в уме» оказывается неэффективным. Кажется, что помнишь, знаешь, а начинаешь отвечать – ответ получается скомканным, отрывочным. Лучше всего проверять свою готовность, рассказывая ответы на вопросы вслух. Как правило, на зачёте этот материал легче вспоминается. Не забывайте, что память характеризуется определёнными свойствами, сформулированными в виде законов памяти. Ниже в таблице приведены законы памяти и рекомендации по их реализации на практике в процессе изучения нового материала и подготовки к контрольно-зачётным мероприятиям.

## *Законы памяти и практические приёмы их реализации*

|                              |                                                                                                                  |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Закон интереса               | Интересное запоминается легче.                                                                                   |
| Закон осмысления             | Чем глубже осознать запоминаемую информацию, тем лучше она запомнится.                                           |
| Закон установки              | Если человек сам себе дал установку запомнить информацию, то запоминание произойдёт легче.                       |
| Закон действия               | Информация, участвующая в деятельности (т. е. если происходит применение знаний на практике) запоминается лучше. |
| Закон контекста              | При ассоциативном связывании информации с уже знакомыми понятиями новое усваивается лучше.                       |
| Закон торможения             | При изучении похожих понятий наблюдается эффект «перекрытия» старой информации новой.                            |
| Закон оптимальной длины ряда | Длина запоминаемого ряда для лучшего запоминания не должна намного превышать объём кратковременной памяти.       |
| Закон края                   | Лучше всего запоминается информация, представленная в начале и в конце.                                          |
| Закон повторения             | Лучше всего запоминается информация, которую повторили несколько раз.                                            |

Важно научиться говорить на нужную тему достаточно свободно, отвечая на разные встречные и дополнительные вопросы. Не игнорируйте консультации преподавателя. Часто на них разбирают сложные вопросы и оговаривают, каким образом будет проходить экзамен.

Все необходимые приготовления для экзаменационного дня стоит провести не утром в день сдачи зачёта или экзамена, а накануне: подготовить одежду, зарядить мобильный телефон, сложить письменные принадлежности и необходимые материалы, не забудьте студенческий билет и, главное, зачётную книжку. Идти на экзамен рекомендуется в привычной одежде, которая на подсознательном уровне обеспечит комфорт и чувство защищённости. Всё это поможет не беспокоиться по мелочам.

Во время зачёта (экзамена) желательно не думать ни о чем постороннем. Мысли о том, что случится, если Вы не сдадите, сдадите плохо, или, наоборот, мечты о том, как прекрасна будет жизнь после успешной сдачи зачёта, лучше оставить за порогом аудитории, в которой проходит зачёт. Необходимо сосредоточиться на текущем моменте.

Взяв билет или получив вопросы, не нужно мгновенно начинать писать ответы. Лучше спокойно и внимательно прочитать вопросы, вспомнить всё, что Вы читали по данной теме, составить план или схему ответа и затем приступить к изложению ответов. Время, которое отведено на подготовку ответа во время устного зачёта (экзамена), рассчитано на то, что обучающийся должен предварительно подумать. Даже если есть полная уверенность в своём ответе, не стоит торопиться и сразу идти отвечать. Лучше еще раз всё обдумать, перечитать написанное и только после этого отвечать (или сдавать письменную работу).

Все рекомендации по подготовке к зачёту и экзамену основаны на материалах интернет-источников.

**Успешной учёбы и сдачи зачётов и экзаменов!**

## ***5. Список литературы для самостоятельной подготовки***

### ***Основная***

1. Ботяжова, О. А. Сравнительная и экологическая физиология животных : учеб. пособие / О. А. Ботяжова. – Ярославль : ЯрГУ, 2009.

### ***Дополнительная***

1. Ботяжова, О. А. Сравнительная и экологическая физиология животных. Теплообмен и терморегуляция : текст лекций / О. А. Ботяжова. – Ярославль : ЯрГУ, 2005.

2. Ботяжова, О. А. Физиология системы крови : сравнительные, экологические и эволюционные аспекты : учеб. пособие / О. А. Ботяжова. – Ярославль, 2000.

3. Волков, В. М. Обмен веществ и энергии (сравнительно-экологические аспекты) / В. М. Волков. – Ярославль : ЯрГУ, 1988.
4. Коштянц, Х. С. Основы сравнительной физиологии / Х. С. Коштянц. – М. ; Л. : АН СССР, 1950.
5. Проссер, Л. П. Сравнительная физиология животных / Л. П. Проссер. – М. : Мир, 1977.
6. Проссер, Л. П. Сравнительная физиология животных / Л. П. Проссер, Ф. Браун. – М. : Мир, 1967.
7. Сабуров, Г. Е. Механизмы водно-солевого равновесия (вопросы сравнительной и экологической физиологии осмотического баланса) / Г. Е. Сабуров. – Ярославль : ЯрГУ, 1982.
8. Сабуров, Г. Е. Сравнительная физиология органов внешнего газообмена / Г. Е. Сабуров. – Ярославль : ЯрГУ, 1982.
9. Сабуров, Г. Е. Сравнительная физиология пищеварения / Г. Е. Сабуров, О. А. Ботяжова. – Ярославль : ЯрГУ, 1984.
10. Сабуров, Г. Е. Сравнительная электрофизиология / Г. Е. Сабуров, О. А. Ботяжова. – Ярославль : ЯрГУ, 1986.
11. Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб / Н. С. Строганов. – М. : МГУ, 1962.
12. Физиология человека / под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М. : Мир, 1986.
13. Шмидт-Ниельсен, К. Физиология животных : Приспособление и среда / К. Шмидт-Ниельсен. – М. : Мир, 1982.
14. Эволюционная физиология : руководство по физиологии. – Л. : Наука, 1983.
15. Эккерт, Р. Физиология животных : Механизмы и адаптация / Р. Эккерт, Д. Рэнделл, Дж. Огастин. – М. : Мир, 1991.
16. Экологическая физиология животных : руководство по физиологии. – Л. : Наука, 1979.

## Оглавление

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Раздел I. ОБЩИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ.....                                        | 3  |
| 1. Цель и задачи освоения дисциплин.....                                                          | 3  |
| 2. Место дисциплин в структуре ООП бакалавриата.....                                              | 3  |
| 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....                                   | 4  |
| 4. Образовательные технологии дисциплины.....                                                     | 6  |
| 5. Структура и содержание дисциплин.....                                                          | 8  |
| 6. Контроль самостоятельной работы (КСР).....                                                     | 9  |
| 7. Результаты освоения дисциплин.....                                                             | 10 |
| Раздел II. АУДИТОРНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ.                                                           |    |
| МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....                                                       | 11 |
| 1. План лабораторных занятий.....                                                                 | 11 |
| 2. Обеспечение техники безопасности при работе в лаборатории экологической физиологии.....        | 13 |
| 3. Методики выполнения лабораторных работ.....                                                    | 14 |
| Лабораторная работа № 1. Хеморецепция у простейших. Реакции инфузорий на химические вещества..... | 14 |
| Лабораторная работа № 2. Хеморецепция у двусторчатых моллюсков.....                               | 15 |
| Лабораторная работа № 3. Влияние освещенности на двигательную активность дафнии.....              | 16 |
| Лабораторная работа №4. Поведение гидробионтов в поле электрического тока.....                    | 18 |
| Лабораторная работа № 5. Механизм жаберного дыхания рыбы.....                                     | 21 |
| Лабораторная работа № 6. Влияние температуры на частоту дыхательных движений рыбы.....            | 21 |

|                                                                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Лабораторная работа № 7. Влияние недостатка кислорода в воде на дыхание рыбы.....</i>                                                                 | <i>23</i> |
| <i>Лабораторная работа № 8. Влияние избытка двуокиси углерода в воде на дыхание рыбы.....</i>                                                            | <i>24</i> |
| <i>Лабораторная работа № 9. Оценка фильтрационной способности двустворчатых моллюсков.....</i>                                                           | <i>26</i> |
| <i>Лабораторная работа № 10. Определение соотношения плазмы и форменных элементов в крови рыбы, лягушки и млекопитающего.....</i>                        | <i>29</i> |
| <i>Лабораторная работа № 11. Осморегуляторная функция метанефридиев беззубки и почек лягушки. Влияние солености среды на содержание воды в теле.....</i> | <i>30</i> |
| <b>Раздел III. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ.....</b>                                                                                                 | <b>31</b> |
| 1. Программа теоретической подготовки и вопросы для самоконтроля.....                                                                                    | 31        |
| 2. Задачи для самостоятельного решения обучающимися в межсессионный период.....                                                                          | 40        |
| 3. Тематика рефератов и рекомендации по подготовке.....                                                                                                  | 44        |
| 4. Вопросы к зачёту и рекомендации по подготовке.....                                                                                                    | 51        |
| 5. Список литературы для самостоятельной подготовки.....                                                                                                 | 59        |

Учебное издание

**Ботяжова Ольга Александровна**

# **СРАВНИТЕЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ**

Методические указания

Редактор, корректор М. В. Никулина  
Правка, верстка Е. Б. Половкова

Подписано в печать 24.07.2014. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,55.  
Тираж 50 экз. Заказ .

Оригинал-макет подготовлен  
в редакционно-издательском отделе ЯрГУ.

Ярославский государственный университет  
им. П. Г. Демидова.  
150000, Ярославль, ул. Советская, 14.

