

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки  
**Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр  
Российской академии наук»  
(КарНЦ РАН)**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Генеральный директор КарНЦ РАН  
член-корр. РАН

О.Н. Бахмет

«*01*» *августа* 20 22 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ФИЗИОЛОГИЯ»**

**НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ  
1.5.5. ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

г. Петрозаводск  
2022

## РАЗРАБОТЧИКИ ПРОГРАММЫ:

Директор ИБ КарНЦ РАН, главный  
научный сотрудник лаборатории  
экологической физиологии животных  
ИБ КарНЦ РАН, д.б.н., доцент

В.А. Илюха

Заведующая лабораторией  
экологической физиологии животных  
ИБ КарНЦ РАН, к.б.н.

С.Н. Калинина

Старший научный сотрудник  
лаборатории экологической  
физиологии животных ИБ КарНЦ  
РАН, к.б.н.

Е.А. Хижкин

## Пояснительная записка

Эволюционная и экологическая физиология являются важнейшими разделами сравнительной физиологии. Специфика данного предмета связана с одновременным использованием знаний по различным отраслям биологии, таким как физиология человека и животных, зоология беспозвоночных, зоология позвоночных, эволюционное учение и экология.

Задачи курса заключаются в изучении способов, посредством которых различные организмы осуществляют одинаковые функции; в анализе каждой функции в зависимости от положения животного в филогенетическом ряду и его экологических особенностей; в сравнительном изучении поведения животных и их взаимодействий со средой; в определении места человека в биологической истории и филогенетических связях.

Изучение данной дисциплины позволяет приблизиться к пониманию общих законов биологии. Приобретенные аспирантами за время обучения в ВУЗе знания по разным дисциплинам необходимо систематизировать, чтобы получить целостную картину развития животного мира. Именно одной из таких дисциплин и является «Эволюционная и экологическая физиология». Она способствует созданию у аспирант из системных, взаимосвязанных представлений и знаний разных дисциплин естественнонаучного представления о формировании, становлении и развитии функций различных систем организма как в процессе эволюции, так и в ходе приспособления к условиям существования. Таким образом, дисциплина относится к системообразующим.

Особенностью курса является ее стратегический характер, поскольку она относится к таким учебным предметам, которые обеспечивают обновление и закрепление ранее полученных знаний. Преимущества данного предмета заключаются в сравнительном аспекте, так как изучение сходства и различия любых процессов позволяет понять проблему более глубоко, заострить внимание на наиболее важных деталях и особенностях физиологических процессов. Для полного и всеобъемлющего изучения биологических объектов сравнительная физиология стимулирует прогресс в других науках.

Эволюционная и экологическая физиология как необходимый элемент общебиологического образования способствует формированию научного мышления у будущих исследователей. Она способствует развитию и распространению теоретических основ биологической науки, разработке ее методологических проблем, обогащает наши представления о процессе познания в целом.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью данной дисциплины является раскрытие логики развития функций отдельных органов и их систем у самых разных групп организмов, выявляя общие принципы их функциональной организации.

Задачами преподавания данной дисциплины являются:

- формирование у аспирантов прочных знаний о сущности и стратегиях физиологических адаптаций, а также привитие необходимых навыков эколого-физиологического и эволюционно-физиологического анализа, постановки и проведения экспериментов;
- создание у аспирантов целостного представления о координации и интеграции всех систем организма, согласующееся с современными данными физики и химии и с концепциями относительно потребностей организма, живущего в определенных условиях среды;
- изучение новой трактовки ряда прежде известных, а также новых фактов, в частности, связи нервной регуляции с регуляцией эндокринной системой, в свете последних данных о нейроэндокринной функции и нейросекреции.

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы**

Обязательная элективная дисциплина по выбору аспиранта, направленная на сдачу кандидатского экзамена по научной специальности 1.5.5. Физиология человека и животных. Период освоения – 2 семестр.

### **Перечень компетенций выпускника аспирантуры, на формирование которых направлено освоение дисциплины**

Способность генерировать теоретические знания и осваивать современные методы фундаментальных и прикладных исследований в области физиологии человека и животных.

## **3. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение данной дисциплины**

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

### **знать:**

- эколого-физиологические механизмы адаптаций организмов различного филогенетического уровня к различным факторам среды; особенности метаболизма организмов самых разных систематических групп, различающихся типом питания, способами получения и запасания энергии, обитающих в разных географических зонах и занимающих определенные экологические ниши;
- физиологические основы взаимодействия организмов различного уровня;
- теоретическую и практическую значимость исследований влияния на организм, популяцию, экосистему различных биотических и абиотических факторов;
- механизмы устойчивости (резистентности) организмов к неблагоприятным воздействиям среды.
- теоретические основы физиологии животных, рассматриваемые в экологическом аспекте;
- закономерности различных функций живого организма и качественные различия их у животных разных видов, процессы, протекающие в организме животного и реакцию организма на воздействия внешней среды

### **уметь:**

- ориентироваться в проблемах, связанных с физиологической адаптацией живых организмов к внешней среде.
- использовать методы теоретического и экспериментального исследования для изучения различных аспектов эволюционной и экологической физиологии;
- использовать новейшие достижения в области эволюционной и экологической физиологии в реальных ситуациях для формулирования и решения практических задач.

### **владеть:**

- методами эволюционно- и эколого-физиологических исследований, навыками постановки и проведения эксперимента.

## **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), в т.ч.:

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов / зачетных единиц</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>108/3</b>

в том числе:	
лекции	36/1
практические занятия	36/1
семинары	36/1
<b>Самостоятельная работа аспиранта (всего)</b>	<b>72/2</b>
в том числе:	
подготовка к семинарам и практическим занятиям	72/2
<b>Всего</b>	<b>180/5</b>
<b>Вид контроля по дисциплине</b>	<b>зачет</b>

## 5. Содержание дисциплины:

### 5.2 Наименование и содержание тем лекционных занятий:

№ п/п	Наименование тем лекционных занятий и их содержание	Кол-во час.
1.	<p align="center"><b>Эволюционная и экологическая физиология</b></p> <p>Тема 1. Предмет, содержание, цели, задачи и методы эволюционной и экологической физиологии. Соотношение со сравнительной физиологией. Значение эволюционной и экологической физиологии человека и животных в цикле специальных биологических дисциплин. Основные понятия и термины: гомеостаз, гомеокинез, акклимация, акклиматизация, адаптация, дизадаптация. Адаптация как процесс и как результат. Индивидуальные (фенотипические) и генотипические адаптации. Характеристика факторов внешней среды. Экстремальные факторы среды и критерии их определения. Физиологические основы и механизмы адаптации. Системный подход в изучении приспособления организма окружающей среде. Адаптивные результаты функциональной системы по П.К.Анохину. Принцип нервизма в изучении механизмов адаптации; работы И.П. Павлова, А.А. Ухтомского, П.К. Анохина, К.В.Судакова. Нейрофизиологические основы механизмов адаптации.</p> <p align="center"><b>Физиологические аспекты эволюции</b></p> <p>Тема 2. Теория функциональных систем П.К. Анохина и отношения «организм-среда». Анализ отношений «организм-среда» по И.М. Сеченову. Учение о генерализованном адаптационном синдроме Г. Селье. Понятие стресса и дистресса. Гормональные и иммунные компоненты неспецифического напряжения. Фазы стресс-реакции. Специфическое действие гормонов при воздействии стресс-факторов различной модальности. Результаты современных исследований, модифицирующие классические представления о стрессе. Адаптация на</p>	4

	уровне клеток и тканей. Стратегия биохимической адаптации. Количественное и качественное изменение ферментов при адаптивных процессах. Схема механизма клеточной адаптации по Ф.З. Меерсону.	
2.	<p style="text-align: center;"><b>Дыхание</b></p> <p>Тема 3. Кислород. Дыхание в воде. Газы в воздухе и воде. Состав сухого атмосферного воздуха. Водяные пары в воздухе. Высота и атмосферное дыхание. Растворимость газов в воде. Влияние давления и температуры. Парциальное давление и напряжение. Водное дыхание. Животные, не имеющие специальных органов дыхания. Животные, обладающие органами дыхания.</p> <p>Дыхание в воздухе. Органы дыхания. Дыхательные движения. Роль кожи в дыхании. Легкие млекопитающих. Объем легких. Вдох и выдох. Поверхностное натяжение. Механическая работа дыхания. Регуляция дыхания. Сравнение воздушного и водного дыхания.</p> <p>Дыхание птиц. Строение дыхательной системы. Работа дыхательной системы. Дыхание птичьих яиц. Классификация гипоксических состояний. Влияние острой гипоксии на физиологические функции организма. Дезадаптационный синдром. Адаптация к недостатку кислорода. Краткосрочная, долговременная и гено-фенотипическая адаптация человека к условиям высокогорья. Индивидуальные реакции человека на гипоксию.</p>	4
3.	<p style="text-align: center;"><b>Кровь</b></p> <p>Тема 4. Наиболее важные функции крови. Перенос кислорода кровью. Дыхательные пигменты. Кривые кислородной диссоциации. Влияние температуры. Облегченная диффузия в растворах гемоглобина. Перенос двуокиси углерода кровью. Кривая диссоциации для двуокиси углерода. Двуокись углерода при водном дыхании. Эволюция внутренней среды и системы крови. Свертывание крови и гемостаз.</p>	2
4.	<p style="text-align: center;"><b>Кровообращение</b></p> <p>Тема 5. Общие принципы. Кровообращение у позвоночных. Распределение воды в организме и объем крови. Схемы кровообращения. Кровообращение у позвоночных. Сердце и его работа. Регуляция сердечного ритма. Кровеносные сосуды. Физика течения жидкостей. Влияние избытка кислорода на организм: изменение функций дыхания, кровообращения, системы крови, ВНД. Токсическое действие кислорода; синдром Бера. Приспособления к недостатку кислорода при погружении в воду у человека и животных. Влияние углекислого газа в среде на физиологические функции организма.</p>	2
5.	<p style="text-align: center;"><b>Пища и энергия</b></p> <p>Тема 6. Пища, топливо и энергия. Способы питания. Мелкие частицы. Массивная пища. Жидкости. Растворенный органический материал. Пищеварение. Внутриклеточное и внеклеточное пищеварение. Питание. Снабжение энергией; топливо. Ядовитые вещества и химическая защита. Растительные яды. Использование растительных ядов животными. Эволюционная физиология пищеварения. Видовые и индивидуальные адаптации пищеварительных ферментов к композиции пищи.</p>	2
6.	<p style="text-align: center;"><b>Энергетический обмен</b></p> <p>Тема 7. Интенсивность метаболизма. Запасание энергией: жир и гликоген. Влияние концентрации кислорода на интенсивность</p>	2

	<p>метоболизма. Акклиматизация к низкому уровню O<sub>2</sub>. Слои воды с минимальным содержанием кислорода. Проблемы, связанные с нырянием млекопитающих и птиц. Токсичность кислорода. Наркотическое действие биологически инертных газов. Обеспечение кислородом во время ныряния.</p> <p>Энергетический обмен. Интенсивность метаболизма. Запасание энергии: жир и гликоген. Влияние концентрации кислорода на интенсивность метаболизма. Проблемы, связанные с нырянием млекопитающих и птиц. Интенсивность метаболизма и размеры тела. Размеры тела и соотношения различных параметров. Энергетическая цена локомоции. Влияние больших высот.</p>	
7.	<p style="text-align: center;"><b>Интенсивность метаболизма и размеры тела</b></p> <p>Тема 8. Потребление кислорода млекопитающими разной величины. Интенсивность обмена у птиц. Размеры тела и соотношение различных параметров. Энергетическая цена локомоции. Плавание и полет.</p>	2
8.	<p style="text-align: center;"><b>Температура</b></p> <p>Тема 9. Влияние температуры. Влияние изменений температуры на физиологические параметры. Экстремальные температуры. Температурные пределы для жизни. Толерантность к высокой температуре. Устойчивость к низким температурам.</p> <p>Влияние температуры. Влияние изменений температуры на физиологические параметры. Экстремальные температуры; температурные пределы для жизни. Физиологическая адаптация к изменению температуры. Терморегуляция. Температура тела у птиц и млекопитающих. Температура, тепло и перенос тепла. Тепловой баланс. Зимняя спячка и оцепенение.</p> <p>Эктотермные и эндотермные организмы. Термическая толерантность у эктотермных животных (стенотермных и эвритермных). Устойчивость к высоким и низким температурам. Приспособление к термическим воздействиям на уровне целого организма, тканей и клеток. Термическая адаптация эндотермных животных. Пути изменения теплоотдачи и теплопродукции. Механизмы физической терморегуляции. Химическая терморегуляция. Зависимость обмена веществ от температуры среды. Структура холодого термогенеза. Центральные механизмы терморегуляции.</p>	2
9.	<p style="text-align: center;"><b>Терморегуляция</b></p> <p>Тема 10. Температура тела у птиц и млекопитающих. Что такое температура тела. Распределение температуры в теле. «Нормальная» температура тела у птиц и млекопитающих. Суточные колебания внутренней температуры. Температура тела у животных, обитающих в холодном климате. Температура, тепло и перенос тепла. Физика переноса тепла. Тепловой баланс.</p> <p>Адаптация человека к условиям аридной зоны. Изменение внешнего дыхания, обмена веществ, сосудистых реакций и водно-солевого баланса на разных стадиях адаптивного процесса. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к аридной зоне. Адаптация к юмидной зоне. Особенности терморегуляции в юмидной зоне. Гено-фенотипические адаптации к тропическому климату. Адаптация человека к высоким широтам. Изменение дыхания, обмена веществ, кровообращения, особенности клеточного метаболизма. Индивидуальные реакции человека на нагревание.</p>	2

10.	<p style="text-align: center;"><b>Вода и осморегуляция</b></p> <p>Тема 11. Водная среда. Водные беспозвоночные. Животные в пресной и в солоноватой воде. Водные позвоночные. Животные в солоноводной среде: гипорегуляция. Водные позвоночные. Круглоротые. Морские пластинчатожаберные. Пресноводные пластинчатожаберные. Целагант. Костистые рыбы. Амфибии.</p>	2
11.	<p style="text-align: center;"><b>Наземная среда.</b></p> <p>Тема 12. Испарение. Животные с влажной кожей. Дождевые черви. Лягушки и другие амфибии. Членистоногие. Ракообразные. Насекомые и паукообразные. Наземные позвоночные. Рептилии. Птицы и млекопитающие. Морские позвоночные, дышащие воздухом. Морские рептилии. Морские птицы. Морские млекопитающие.</p>	2
12.	<p style="text-align: center;"><b>Выделение</b></p> <p>Тема 13. Органы выделения. Сократительные вакуоли. Выделительные органы беспозвоночных. Почки позвоночных животных. Выделение азота. Аммиак. Мочевина. Мочевая кислота. Нуклеиновые кислоты и выделение азота. Теория рекапитуляции. Эволюция водно-солевого обмена и почки. Принципы адаптации к средам с различным водным и солевым режимом.</p>	2
13.	<p style="text-align: center;"><b>Информация и органы чувств</b></p> <p>Тема 14. Сенсорная информация – возможности и ограничения. Определение направления и расстояния. Свет и зрение. «Животное электричество». Рецепция магнитных полей. Звук и слух. Другие виды механорецепции. Химическая чувствительность – вкус и обоняние. Строение нервных клеток. Как работает нервная клетка? Сортировка и переработка сенсорной информации. Дистантная тактильная рецепция и слух у беспозвоночных. Эволюция слуховой системы у позвоночных животных. Эволюция зрительной системы беспозвоночных. Функциональная эволюция фоторецепторов и зрительных пигментов.</p>	2
14.	<p style="text-align: center;"><b>Управление и интеграция</b></p> <p>Тема 15. Регуляция и теория управления. Физиологические механизмы. Системы нервной регуляции. Аксоны. Синапс: возбуждение, торможение и интеграция. Синапсы с электрической передачей. Синапсы с химической передачей. Эволюция нервной системы у беспозвоночных. Эволюция интегративной деятельности мозга домлекопитающих животных. Закономерности эволюции интегративной деятельности мозга млекопитающих. Эволюция высшей нервной деятельности. Эволюция сна. Эволюция поведения. Эволюционная зоопсихология. Функциональная эволюция нервной системы в онтогенезе позвоночных.</p> <p>Хронобиология. Классификация биоритмов. Основные показатели биоритма (частота, период, амплитуда, акрофаза, мезор). Экзогенные и эндогенные факторы ритмического процесса. Синхронизация биоритмов. Основные данные исследования циркадных ритмов. Прикладное значение хронобиологии.</p>	4
15.	<p style="text-align: center;"><b>Система гормональной регуляции</b></p> <p>Тема 16. Важнейшие гормоны позвоночных. Основные категории физиологических функций, регулируемых гормонами (и соответствующие гормоны, наиболее известные). Химическая природа гормонов позвоночных. Классификация гормонов позвоночных по их структуре и химической природе. Механизм действия гормона на уровне клетки. Интеграция эндокринного и нервного контроля.</p>	2



	Система гипоталамической регуляции. Эндокринные железы, не находящиеся под прямым контролем гипоталамуса. Происхождение и эволюция эндокринной системы. Эволюция гипоталамо-гипофизарного нейроэндокринного комплекса.	
<b>Итого часов</b>		<b>36</b>

### 5.2 Содержание практических занятий:

№ п/п	Наименование тем практических занятий	Кол-во час.
1.	<b>Физиология антиоксидантной системы.</b> Ознакомление с методами определения активности антиоксидантных ферментов и низкомолекулярных антиоксидантов (включая подготовительный этап приготовления необходимых реактивов для анализа, гомогенатов ткани, центрифугирования и определения активности фермента): а) СОД и каталаза; б) жирорастворимые витамины. Ознакомление с методами определения активности ферментов и концентрации витаминов (включая подготовительный этап приготовления необходимых реактивов для анализа, гомогенатов ткани, центрифугирования и определения активности фермента). Сравнение животных различающихся по экологической специализации.	12
2.	<b>Физиология пищеварения и энергетический обмен.</b> Ознакомление с методами определения активности пищеварительных ферментов (протеолитических, липолитических, амилолитических) в органах ЖКТ, активности и кинетических свойств изоферментов ЛДГ в различных органах и тканях млекопитающих различающихся по экологической специализации.	12
3.	<b>Физиология крови и кровообращения.</b> Ознакомление с современными методами исследования морфо-функциональных свойств клеток крови. Изучение параметров клеток крови (морфо-функциональные и цитохимические характеристики эритроцитов и лейкоцитов) животных различных экологических групп (ныряющие и зимоспящие) и находящихся на различных уровнях эволюционного развития (рыбы, птицы, млекопитающие) с использованием автоматизированного рабочего места на базе микроскопа Axioskop 40 (Zeiss) с пакетами программ Видео-Тест и автоматизированного рабочего места на базе микроскопа Axio Skope.A1 (Zeiss) с пакетами программ Axio Vision.	12
<b>Итого часов</b>		<b>36</b>

### 5.3 Содержание семинарских занятий:

№ п/п	Наименование тем семинарских занятий	Кол-во час.
1.	Место эволюционной и экологической физиологии в структуре сравнительной физиологии. Специфика целей, задач и методов.	4

2.	Выключение активного метаболизма у животных различных эволюционных и экологических групп.	4
3.	Эколого-физиологические подходы к изучению акклиматизации различных видов животных к условиям Севера.	4
4.	Физиологические адаптации животных к физической нагрузке. Особенности метаболизма животных при различных типах физической нагрузки. Цена локомоции.	4
5.	Особенности метаболизма в условиях аноксии и гипероксии.	4
6.	Роль рецепторных белков в физиологических адаптации организмов различного эволюционного уровня.	4
7.	Эволюция выделительной функции. Особенности функционирования почек у млекопитающих из различных экологических групп.	4
8.	Влияние размеров тела на физиологические показатели у животных.	4
9.	Ритмичность физиологических процессов – причины, механизмы, следствия.	4
<b>Итого часов</b>		<b>36</b>

#### 6. Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Вид и наименование тем самостоятельной работы	Кол-во час.
1.	Подготовка к устному опросу к семинарскому занятию по теме: «История развития эволюционных и экологических взглядов в отечественной физиологии».	6
2.	Подготовка к семинару-дискуссии на тему: «Место эволюционной и экологической физиологии в структуре сравнительной физиологии. Специфика целей, задач и методов.»	4
3.	Подготовка к семинару-дискуссии на тему: «Выключение активного метаболизма у животных различных эволюционных и экологических групп.»	4
4.	Подготовка к семинару-конференции на тему: «Эколого-физиологические подходы к изучению акклиматизации различных видов животных к условиям Севера.»	4
5.	Подготовка к семинару-дискуссии на тему: «Физиологические адаптации животных к физической нагрузке. Особенности метаболизма животных при различных типах физической нагрузки. Цена локомоции.»	4
6.	Подготовка к устному опросу на тему: «Современный функционализм в физиологии: адаптации, связанные с питанием, адаптация ферментов к особенностям питания»	6
7.	Подготовка к устному опросу на тему: «Хронобиологические аспекты физиологических процессов»	4
8.	Подготовка к семинару-конференции на тему: «Особенности метаболизма в условиях аноксии и гипероксии.»	4
9.	Подготовка к устному опросу на тему: «Роль рецепторных белков в физиологических адаптации организмов различного эволюционного уровня.»	4

10.	Подготовка к семинару-конференции на тему: «Эволюция выделительной функции. Особенности функционирования почек у млекопитающих из различных экологических групп.»	4
11.	Подготовка к устному опросу на тему: «Влияние размеров тела на физиологические показатели у животных.»	6
12.	Подготовка к семинару-дискуссии на тему: «Ритмичность физиологических процессов – причины, механизмы, следствия.»	4
13.	Подготовка к практическому занятию на тему: «Физиология антиоксидантной системы».	6
14.	Подготовка к практическому занятию на тему: «Физиология пищеварения и энергетический обмен.».	6
15.	Подготовка к практическому занятию на тему: «Физиология крови и кровообращения.».	6
	<b>Итого часов</b>	<b>72</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Еськов Е.К. Экология. Закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия. М.- 2013.- 584 с.
2. Hochachka, P.W., and Somero, G.N., 2002. Biochemical adaptation: mechanism and process in physiological evolution. Oxford University Press, Oxford. 466 pp.
3. Мейер Д., Харви Д. Ветеринарная лабораторная медицина. Интерпретация и диагностика. М.: Софион, 2007. 456 с.
4. Практическая и лабораторная гематология / С.М. Льюис, Б. Бейн, И. Бейтс; пер. с англ. Под ред. А. Г. Румянцева.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.- 672 с.
5. Слоним А.Д. Экологическая физиология животных. М.: Высшая школа, 1971. 448 с.
6. Сравнительная физиология животных. В 3 томах. /Под ред. Л.Проссера. М.: Изд-во «Мир», 1978.
7. Уголев А.М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. Элементы современного функционализма. Л., 1985.
8. Физиология человека и животных (общая и эволюционно-экологическая). М.: Высшая школа, 1984. 648 с.
9. Шмидт-Ниельсен К. Размеры животных. Почему они так важны? М. 1986.
10. Шмидт-Ниельсон К. Физиология животных. Приспособление и среда. Т. 1, 2. М.: Мир, 1982. 800 с.
11. Эволюционная физиология / Под ред. Е.М. Кребса. Л.: Наука, 1979. 1111 с.
12. Эккерт Р., Рэнделл Д., Огастин Дж. Физиология животных: механизм и адаптация в 2-х томах. М.: Мир, 1991.

Дополнительная литература:

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975. 447 с.
2. Болдырев А.А., Ещенко Н.Д., Илюха В.А., Кяйвярайнен Е.И. «Нейрохимия» Из-во: Дрофа, Москва, 2010 г.
3. Болдырев А.А., Кяйвярайнен Е.И., Илюха В.А. Биомембранология. Учебное пособие.- Петрозаводск, Изд-во КарНЦ РАН, 2006. – 226 с.

4. Медведев В.И. Адаптация человека. СПб.: Ин-т мозга человека РАН, 2003. 584 с.
5. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. М.: Наука, 1981. 277 с.
6. Очерки по физиологии функциональных систем / Под ред. П.К. Анохина. М.: Медицина, 1975. 447 с.
7. Прохоров Б.Б. Экология человека: Учебник для вузов. М.: Академия, 2003. 320 с.
8. Селье Г. На уровне целого организма. М.: Наука, 1972. 121 с.
9. Физиологии человека (ред. В.М. Смирнов). М.: Медицина, 2001.
10. Физиологии человека (ред. Р. Шмидт, Г. Тевс) в 3-х томах, М.: Мир, 1996.
11. Харрисон Дж., Уайнер Дж., Тэннер Дж. Биология человека. М.: Мир, 1979. 616 с.
12. Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. М.: Мир, 1977. 398 с.
13. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М., 1980.

Для аспирантов и педагогического состава по научной специальности «Физиология человека и животных» в ИБ КарНЦ РАН обеспечен свободный доступ к электронным научным информационным ресурсам, электронным библиотекам и зарубежным издательствам системе он-лайн доступа:

Электронная научная библиотека eLIBRARY.RU  
[режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>]

Библиотека по естественным наукам РАН  
[режим доступа: <http://www.benran.ru/>]

Электронная научная библиотека Wiley Online Library  
[режим доступа: <http://onlinelibrary.wiley.com/>]

Электронная научная библиотека издательства Springer  
[режим доступа: <http://www.springer.com/gp/>]

Электронная научная библиотека издательства Elsevier  
[режим доступа: <http://www.elsevier.com/>]

Библиографическая и реферативная база данных Scopus  
[режим доступа: <http://www.scopus.com/>]

Национальная библиотека Республики Карелия  
[режим доступа: <http://library.karelia.ru/>]

Библиотечный фонд лаборатории экологической физиологии животных и группы иммунологии ИБ КарНЦ РАН укомплектован тематическими энциклопедиями, отраслевыми словарями и справочниками, монографиями, учебниками, учебно-методическими пособиями, периодическими изданиями, сборниками конференций, реферативными изданиями, диссертациями, авторефератами и другими изданиями из расчета 1 экземпляр каждого издания основной и дополнительной литературы на 1-2 обучающихся.

Лаборатория экологической физиологии животных и лаборатория генетики обеспечена необходимым комплектом **лицензионного программного обеспечения** для подготовки аспирантов по профилю «Физиология». Обеспеченность лицензионными программными продуктами Windows и MS Office составляет – 100 %. Для обучения аспирантов используются также следующие лицензионные программные продукты:

Access 2010 Russian Open License Pack NoLevel Academic Edition – программа для работы с базами данных;

Системы анализа изображений “ВидеоТесТ 4.0” и “ВидеоТесТ-Морфология 5.2” – программы для обработки изображений, полученных с микроскопов (в комплектации с оборудованием).

Пакет программного обеспечения для создания и поддержки генетических баз данных Fingerprinting II Informatix (Bio-Rad, США).

Пакет программного обеспечения для конструирования олигонуклеотидных зондов Primer Premier 5.0 и Beacon Designer 8.

Программное обеспечение в комплекте с научным хроматографическим и спектрофотометрическим оборудованием.

Используются созданные в Карельском научном центре РАН (КарНЦ РАН) телекоммуникационные сети и информационные технологии.

## **8. Материально-техническое обеспечение**

ИБ КарНЦ РАН располагает материально-технической базой, соответствующей действующим правилам охраны труда, противопожарной и экологической безопасности, санитарным нормам и обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом.

Кабинет для проведения лекционных, семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, экзаменов, зачетов и аттестаций (пр. А. Невского, 50, каб 210) укомплектован специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации средней аудитории, в т.ч. оборудован экраном и мультимедийной системой для презентаций.

Материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации программы аспирантуры включает в себя современную приборную базу и лабораторное оборудование структурных подразделений – лаборатории экологической физиологии животных и лаборатории генетики (в т.ч. оборудование ЦКП КарНЦ РАН).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет», лицензионным программным обеспечением и доступом в электронную информационно-образовательную среду ИБ КарНЦ РАН. Рабочие места аспирантов более чем на 100 % укомплектованы персональными компьютерами с выходом в сеть «Интернет». В структурных подразделениях имеются ксероксы, принтеры и сканеры.

### **Приборная база, используемая для подготовки аспирантов**

#### **1) Оборудование изучения свойств и функций пептидов, белков, ферментов и изоферментов.**

**Спектрофотометры СФ-2000 с программным управлением (ЗАО "ОКБ Спектр", Россия) и СФ-46 (ЛОМО, Россия).** Прибор СФ-2000 предназначен для определения концентраций и получения спектральных характеристик различных соединений. Прибор работает с персональным компьютером, оснащенный специальным программным обеспечением, позволяющим отслеживать весь диапазон поглощения от УФ до видимой области спектра и проводить математическую обработку, полученных данных, строить кинетические кривые, полученные в результате фотометрического измерения, вычислять концентрации на основе метода градуировочного графика.

**Планшетный монохроматорный флуориметр люминометр спектрофотометр CLARIOstar.** Мультимодальный ридер CLARIOstar® в отличие от ридеров, оснащенных классическими монохроматорами, позволяет изменять ширину щели пропускания от 8 до 100 нм, что значительно увеличивает его чувствительность. Наличие встроенной в программное обеспечение библиотеки флуорофоров значительно упрощает рабочий процесс. Ридер оснащен специализированным LVF монохроматором, высокочувствительными фильтрами и ультрабыстрым спектрометром. Может работать с восемью типами измерения: Интенсивность флуоресценции (FI), Резонансный перенос энергии флуоресценции (FRET), Поляризация флуоресценции (FP), AlphaScreen®/AlphaLISA® (AS/AL), Люминесценция (быстрая и затухающая) (LUM), Резонансный

перенос энергии биолюминесценции (BRET), Флуоресценция с разрешением по времени – включая резонансный перенос энергии флуоресценции с разрешением по времени (TRF/TR-FRET) и УФ/вид абсорбция (ABS).

**Хемилюминометр ПХЛ-01.** С помощью прибора производится оценка различных биологических процессов основанная на регистрации излучаемых в ходе жизнедеятельности световых потоков. Прибор позволяет регистрировать как спонтанную так и индуцированную хемилюминисценцию. Обладает высокой чувствительностью и позволяет исследовать минимальные объемы биоматериала.

**Приборы для энзимэлектрофореза и анализатор фореграмм.** Электрофоретические камеры используется в для разделения сложных белковых смесей согласно разнице их электрофоретической подвижности для идентификации белковых фракций, определения чистоты фракций тканевых белков, является необходимым этапом процесса выделения и очистки биологических макромолекул. Технические характеристики данного прибора (комплектность, толщина гелевой пластинки, количество полос, скорость протекания форефа) позволяют за короткое время оценить результаты очистки белков, идентифицировать белковые фракции и изучить некоторые свойства исследуемых веществ.

**2) Оборудование для высокоэффективной жидкостной хроматографии, предназначенное для определения концентраций жирорастворимых витаминов в биологических объектах:**

**Хроматограф жидкостный микроколоночный «Милихром-4»**

Позволяет проводить анализ и определения состава компонентов различных сложных органических смесей природного происхождения, - например состава жирных кислот и спектра липидов, в том числе холестерина, общих липидов, фосфолипидов и т.п.

**3) Система для цитоморфологических и цитохимических исследований органов и тканей** - используется для морфо-функциональной характеристики клеток крови, а также цитохимической характеристики тканей.

**Автоматизированное рабочее место на базе микроскопа Axioskop 40 (Zeiss) с системой анализа изображений “ВидеоТесТ 4.0” и Автоматизированное рабочее место на базе микроскопа Axio Scope.A1 (Zeiss) с пакетами программ Axio Vision и системой анализа изображений “ВидеоТесТ-Морфология 5.2”.** Позволяют проводить микрофотографирование объектов при различном увеличении образцов в проходящем свете, захвата изображений, подготовки баз данных с изображениями, а также морфометрического анализа компьютерных изображений в ручном и автоматическом режимах.

**Микроскоп лабораторный инвертированный «БиОптик серии ВІ-200».** Применяется для работы при культивировании клеток, экспериментами с мечеными белками и др научных исследований. Подходит для работы с тканевыми культурами.

**4) Комплекс оборудования для иммунологического анализа**

**Оборудование для определения фенотипических и функциональных характеристик лимфоцитов и изучения клеток иммунной системы**

**Проточный цитометр СУТОМІС FC-500 (Beckman Coulter, США) с программным обеспечением СХР.** Прибор относится к классу самых современных автоматических анализаторов клеток. Предназначен для определения уровня экспрессии мембранных и внутриклеточных маркерных молекул, транскрипционных факторов и рецепторов лимфоидных клеток. Используется для определения пролиферативного потенциала клеток, фаз клеточного цикла.

**Станция пробоподготовки “Coulter PrepPlus 2” и система автоматического лизирования “TQ-Prep” (Beckman Coulter, США), совместимые с проточным**

цитометром “FC500”, позволяют стандартизировать подготовку образцов на высоком уровне автоматизации.

**Ламинарный бокс KOJAIR** (Финляндия). Используется при выполнении всех работ с клетками и клеточными культурами, требующих стерильных условий.

**5) Комплекс оборудования для проведения полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (РВ-ОТ-ПЦР) и классической полимеразной цепной реакции совмещенной с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) на базе лаборатории генетики, в том числе:**

**Система определения ПЦР в реальном времени ICycler iQ5 (Bio-Rad).** Система предназначена для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) с регистрацией продуктов реакции в режиме реального времени. Методика ПЦР в реальном времени является наиболее передовой технологией ПЦР, поскольку позволяет осуществлять количественную оценку уровня экспрессии генов в исследуемом материале. Система позволяет оценить уровень экспрессии гена, провести скрининг точковых мутаций и провести «мультиплексную» ПЦР, что позволяет детектировать в одной пробирке одновременно несколько продуктов ПЦР.

Система iQ5– принадлежит к новому поколению приборов ПЦР в реальном времени. Преимуществом данного оборудования является высокая специфичность, чувствительность, универсальность и автоматизация регистрации результатов, что дает быстроту и качество результатов исследования.

**Амплификатор MaxyGene Gradient (AxyGene)** обеспечивает электрический нагрев и охлаждение фрагментов ДНК и изменение химического состава веществ. Предназначен для проведения полимеразной цепной реакции. На любой стадии программы можно установить градиент до 24°C слева направо через рабочий блок, при этом скорость нагрева/охлаждения может находиться в пределах до 3°C/2°C в секунду. Фиксация микропланшетов или пробирок на термоблоке осуществляется с помощью нагреваемой верхней крышки. Её использование устраняет необходимость использования масла и гарантирует равномерность контакта с блоком.

**Амплификатор (термоциклер) MaxyGene II Therm-1000.** Предназначен для амплификации нуклеиновых кислот с использованием полимеразной цепной реакции. Обеспечивает определенное количество термоциклов (попеременные нагрев и охлаждение). Может применяться для постановки любой циклической температурной реакции.

**Амплификатор С1000 в комплекте с модулем реакционным оптическим CFX96.** Для проведения ПЦР с возможностью регистрации продуктов реакции в режиме реального времени Решаемые задачи: • ПЦР в реальном времени (до 5 красителей в одной пробирке); • ПЦР с анализом по конечной точке; • ПЦР без анализа результатов; Подбор оптимальной температуры проведения ПЦР.

**Амплификатор (термоциклер) T100.** Предназначен для амплификации нуклеиновых кислот с использованием полимеразной цепной реакции. Прибор позволяет определение оптимальных параметров реакции благодаря функции температурного градиента; быстрое и удобное управление с помощью большого сенсорного дисплея. Термоциклер оснащен таймером обратного отсчёта с крупными и контрастными цифрами, хорошо видимыми с большого расстояния, для определения времени до конца реакции. Нагреваемая крышка позволяет проводить ПЦР без использования минерального масла. Амплификатор T100 зарегистрирован на территории Российской Федерации и внесен в Государственный реестр изделий медицинского назначения и медицинской техники.

**Система генетического анализа SEQ 8000.** Система генетического анализа позволяет надежно автоматически секвенировать ДНК, проводить анализ фрагментов, оценку генетического разнообразия, позволяют выявить различия в последовательности с

точностью до одного нуклеотида, помогает идентифицировать ее кодирующую область, выявить точечные (генные) мутации, с которыми связаны метаболические и иммунодефицитные заболевания животных и человека, пигментные мутации у растений, идентифицировать аллели.

**Система Areol и CytoVision Areol SL-50.** Система позволяет анализировать препараты в белом свете, а также исследовать образцы с помощью методов флуоресценции. Прибор быстро сканирует образец и определяет количество биомаркеров при иммуногистохимических, иммунофлуоресцентных пробах, в реакции флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH). CytoVision дает возможность быстро сканировать образец, находить клетки в метафазе, проводить кариотипирование, анализировать результаты флуоресцентной гибридизации *in-situ* (FISH), многоцветной флуоресцентной гибридизации *in-situ* (M-FISH), многоцветного бэндинга хромосом (RxFISH).

**Оборудование для выделения нуклеиновых кислот (в стерильных условиях): Стерильный ламинарный шкаф СЛШ-МЗ (бокс) 2 А класса безопасности (АМС МЗМО, Россия).** Оснащен системой очистки воздуха (HEPA фильтр), рабочая зона внутри стерильного ламинарного шкафа обеззараживается УФ лампой. Используется на стадии выделения нуклеиновых кислот и подготовки проб для ПЦР.

**ПЦР-бокс W4879 (Sigma, США)** – предназначен для организации изолированного от внешней среды пространства при проведении работ с использованием полимеразной цепной реакции.

**Стерильный ламинарный шкаф Kojair (Bioline, Finland) 2 класса безопасности.** Оснащен HEPA фильтрами для очистки воздуха, обеспечивающими класс чистоты ISO -5 в соответствии со стандартом ISO -14644-1. Используется на стадии выделения нуклеиновых кислот и подготовки проб для ПЦР.

**Центрифуга 5417C (Eppendorf, Германия) (2 шт).** Рассчитана на 1,5 мл пробирки (30 проб), максимальная скорость 14000 об/мин. Используется для осаждения в процессе выделения нуклеиновых кислот.

**Центрифуга Rotina 35R (Hettich Zentrifugen, Германия).** С охлаждением, максимальное число оборотов в минуту: 15000. Используется для осаждения нуклеиновых кислот.

**Центрифуга Liston C2201 (Россия)** Низкоскоростная настольная центрифуга. Рассчитана на пробирки 10-15 мл. Используется на стадии получения плазмы и фракции лейкоцитов из цельной крови.

**Вортекс непрерывного/импульсного режима Bio-Vortex V-1 (Biosan, Латвия)** – используется для перемешивания во время процедуры выделения нуклеиновых кислот.

**Термостат EchoTherm (Torrey Pines Scientific, США).** Диапазон температур 4°C-70°C, есть таймер. Используется для поддержания необходимых температур во время проведения процедуры обратной транскрипции, выделения ДНК, обработки РНК ДНКазой.

**Твердофазный термостат «Гном» (ДНК-Технологии, Россия).** Программируемый, рассчитан на использование пробирок типа «Эппендорф» объемом 1,5 и 0,5 мл. Диапазон температур от комнатной до 99°C. Используется для поддержания необходимых температур во время проведения процедуры обратной транскрипции, выделения ДНК, обработки РНК ДНКазой.

**Спектрофотометр “SmartSpec Plus”, (BioRad, США).** Однолучевой, с диапазоном длин волн 200-800 нм. Используется для определения концентраций нуклеиновых кислот (РНК, ДНК, кДНК) и белка. Встроенное программное обеспечение прибора позволяет ему на основании спектральных данных определять концентрацию и степень чистоты нуклеиновых кислот и белков (для этого имеются стандартные встроенные функции).

**Низкотемпературный морозильник UF240-86E, вертикальный (Snijders scientific, Нидерланды).** Диапазон температур от -60°C до -86°C. Используется для хранения образцов ДНК, РНК, кДНК, а также биологического материала до момента анализа.



**Система многоступенчатой очистки воды Milli-Q (Millipore, США).** Получение деонизованной, стерильной воды для работы с нуклеиновыми кислотами.

**Гомогенизатор MagNALyser (Roche, Германия)** Прибор в автоматическом режиме гомогенизирует образцы и разрушает клетки, облегчая процесс получения супернатанта, используемого для последующего выделения и очистки нуклеиновых кислот. В прибор помещаются специальные пробирки, содержащие керамические и стеклянные шарики, исследуемый материал и лизирующие реактивы. Производительность за одну постановку - 16 образцов за несколько минут (до 10 минут). Используется для широкого разнообразия типов обрабатываемых образцов (ткани растений и животных, цельная кровь, клетки крови, пищевые продукты, бактерии, грибы и др). MagNA Lyser проводит гомогенизацию в специальной герметично закрытой пробирке, благодаря чему предотвращает контакт с инфицированным материалом

**Пакет программного обеспечения для создания и поддержки генетических баз данных Fingerprinting II Informatix (Bio-Rad, США).**

**Пакет программного обеспечения для конструирования олигонуклеотидных зондов Primer Premier 5.0 и Beacon Designer 8.**

**б) Лабораторное оборудование и полевое снаряжение:** холодильные и морозильные камеры, микроскопы, гомогенизаторы, рН-метры, рефрактометры, центрифуги, электронные весы, автоматические пипетки, термостаты, шейкеры, сосуды Дьюара, полевое снаряжение, фотоаппараты, и др.

## 9. Вопросы к зачету по дисциплине

### К теме 1

1. Понятия адаптации и гомеостаза.
2. Типы адаптивных реакций.
3. Скорость физиологической адаптации и ее связь с имеющимися адаптивными механизмами.
4. Физиологические адаптация: основные механизмы и стратегии.

### К теме 2

1. Теория функциональных систем П.К. Анохина.
2. Понятие стресса и дистресса. Фазы стресс-реакции.
3. Специфическое действие гормонов при воздействии стресс-факторов различной модальности.

### К теме 3

1. Вентиляция жабр (крупная водная амфибия *Necturus*, мидии, двустворчатые моллюски, губки, рыбы и крабы, кальмары и осьминоги – дыхание в воде).
2. Строение жабры у рыб. Газообмен и ток воды.
3. Рыбы, способные дышать воздухом (Обыкновенный угорь. Электрический угорь. Панцирная щука. Двоякодышащие рыбы).
4. Два типа легких: диффузионные и вентиляционные (Легочные улитки. Скорпионы. Равноногие раки).
5. Роль кожи в дыхании (Амфибии. Саламандры семейства *Plethodontidae*. Морские змеи. Летучие мыши).
6. Дыхание насекомых.
7. Дыхание у водных насекомых.
8. Прерывистое или циклическое дыхание.

### К теме 4

1. Форменные элементы крови животных различного эволюционного уровня.

### К теме 5

1. Свертывание крови и гемостаз.
2. Кровообращение миксин.
3. Кровообращение у рыб.
4. Кровообращение у двоякодышащих рыб.
5. Кровообращение у амфибий и рептилий.
6. Кровообращение у птиц и млекопитающих.
7. Циркуляция жидкостей у беспозвоночных (Кольчатые черви (Аннелиды). Иглокожие: морские звезды, морские ежи и голотурии. Моллюски. Осьминоги. Кальмары.)

### К теме 6

1. Переваривание белков, жиров и углеводов у животных различных экологических групп.
2. Ферментативное переваривание пищи.
  1. Переваривание целлюлозы позвоночными (Жвачные животные. Нежвачные животные).
  2. Копрофагия (Грызуны. Зайцы. Кролики).

### К теме 7

1. Какие химические элементы необходимы для жизни?

2. Минеральные компоненты скелета.
3. Микроэлементы, необходимые для организма.
4. Алкалоиды, их действие на организм.
5. Масла и смолы (физиологические эффекты).
6. Ингибиторы ферментов. Их вредное действие.

#### К теме 8

1. Кессонная болезнь у водолазов, антарктического тюленя, кашалота.
2. Токсичность кислорода в связи с водолазным делом.
3. Наркотическое действие биологически инертных газов.
4. Ныряние у млекопитающих и птиц (запасание кислорода).
5. Кожное и ректальное дыхание (Ныряющие рептилии – водные черепахи, зеленые черепахи. Морские змеи).
6. Влияние больших высот во время полета.
7. Физиологические адаптации к нырянию.

#### К теме 9

1. Физиологическая адаптация к перемене температуры.
2. Летальная температура и причины гибели при перегреве (Морские животные. Брюхоногие моллюски. Рыбы-карпозубики).

#### К теме 10

1. Скорость акклимации к высоким и низким температурам в воде.
2. Температура тела животных, обитающих в холодном климате (Птицы и млекопитающие арктики).
3. Лихорадка – полезно это или вредно?
4. Терморегуляция в условиях холода.
5. Физиологические особенности терморегуляции у императорских пингвинов (*Aptenodytes forsteri*) в период размножения.
6. Терморегуляция в периоды зимней спячки и оцепенения (млекопитающие, птицы).

#### К теме 13

1. Эволюция выделительной функции.
2. Органы выделения у рыб.
3. Органы выделения у амфибий.
4. Органы выделения у рептилий.
5. Экологические особенности функционирования почек у млекопитающих.

#### К теме 14

1. Эхолокация (биосонар) у летучих мышей, китов, дельфинов, землероек и некоторых птиц.
2. Вкус и обоняние у насекомых.

#### К теме 15

1. Эндокринология насекомых.
2. Эволюция интегративной деятельности мозга.
3. Эволюция высшей нервной деятельности.
4. Эволюция сна.
5. Функциональная эволюция нервной системы в онтогенезе позвоночных.
6. Хронобиология. Классификация биоритмов.

#### К теме 16

1. Нейросекреция.
2. Система гипоталамической регуляции.
3. Эндокринные железы, не находящиеся под прямым контролем гипоталамуса.