

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  
20 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ»**

**НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**  
**1.5.16. ГИДРОБИОЛОГИЯ**

г. Петрозаводск  
2022

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является рассмотрение зависимости функций организма гидробионтов от условий существования, раскрытие физиологических основ и механизмов адаптации их организма к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды.

Изучение дисциплины предполагает выполнение следующих задач:

- дать представление о физиологических механизмах адаптации и стресса;
- рассмотреть основные механизмы адаптаций организмов гидробионтов к конкретным факторам среды (в т.ч. к экстремальным);
- рассмотреть особенности функционирования систем организма при изменении условий существования;
- ознакомить с ролью физиологических функций в экологических процессах на организменном уровне;
- сформировать представление о регуляторных механизмах поддержания гомеостаза;
- рассмотреть закономерности обмена веществ, роста и размножения гидробионтов в норме и при токсическом воздействии.

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

Дисциплина относится к элективным дисциплинам и является обязательной для изучения по выбору аспиранта.

## **3. Требования к уровню подготовки аспиранта по результатам освоения дисциплины**

В результате освоения программы данной дисциплины у обучающегося формируются следующие компетенции:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;
- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;
- способность самостоятельно ставить и решать конкретные задачи научных исследований в области биологических наук (в соответствии с направленностью программы) с учетом последних достижений современной фундаментальной и прикладной биологии с использованием современных методов исследования и информационных технологий, представлять полученные результаты на научных конференциях и публиковать результаты научных исследований в ведущих отечественных и зарубежных профильных журналах;
- способность адаптировать и обобщать результаты современных исследований в области биологических наук (в соответствии с направленностью программы) для целей

преподавания биологических дисциплин в высших учебных заведениях.

В результате освоения данной дисциплины аспирант должен:

Знать:

- общие принципы функциональной организации гидробионтов;
- функциональные особенности различных групп водных растений и животных в связи с условиями их обитания;
- принципы и методы исследования функций органов и их систем у водных организмов;
- основные черты строения, метаболизма, закономерности воспроизведения, специализации клеток у гидробионтов ;
- регуляторные механизмы обеспечения гомеостаза живых систем;
- методы изучения функций органов и их систем у водных организмов.

Уметь:

- выполнять эколого-физиологические исследования;

Владеть:

- специальными терминами и понятиями;
- современными методами поисками и сбора необходимой информации;
- навыками ведения научной дискуссии.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Период освоения – 3-4 семестры.

№	Модуль Раздел Тема	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
		Лекции	Практические/ лабораторные занятия	Семинары	Самостоятельная работа	
1.	Введение в экологическую физиологию водных организмов	10	0	2	8	Собеседование
2.	Водный обмен. Осмотический баланс и процессы ионной регуляции	8	0	0	0	Собеседование
3.	Физиологические основы поведения	2	0	0	0	Собеседование
4.	Питание гидробионтов	6	0	0	0	Собеседование
5.	Дыхание гидробионтов	6	0	2	8	Собеседование
6.	Рост, развитие и размножение гидробионтов	6	10	0	0	Собеседование
7.	Реакция гидробионтов на действие различных факторов среды	6	20	12	48	Собеседование
8.	Подготовка реферата	0	0	2	36	Устный доклад
<b>Форма промежуточной аттестации</b>						зачет
<b>Итого (в часах)</b>		44	20	18	98	180

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Содержание лекционных занятий:

№ п/п	Наименование тем лекционных занятий и их содержание	Кол-во час.
	Введение в экологическую физиологию водных организмов	
1.	Экологическая физиология как раздел физиологии. Круг проблем и вопросов, изучаемых экологической физиологией. Взаимодействие «Экологической физиологии» с другими отраслями науки. Современные направления исследований.	2
2.	Подходы и приемы используемые при эколого-физиологических исследованиях. Методы изучения функций органов и их систем у водных организмов.	2
3.	Общие принципы адаптации на уровне организма. Понятие адаптации, адаптивности, дизадаптации, реадaptации. Правило оптимума. Комплексное воздействие факторов. Правило минимума. Правило двух уровней адаптации. Адаптация по принципу толерантности. Лимитирующие факторы и пределы толерантности. Активная адаптация по резистентному типу.	2
4.	Адаптивная роль органного и тканевого гомеостаза. Механизмы физиологических адаптаций. Фенотипические адаптации и их онтогенетическое формирование. Генетические адаптации и эколого-физиологическая специализация вида. Сложные формы физиологических адаптаций. Пределы адаптационных возможностей организма и «цена» адаптации.	2
5.	Физико-химические условия существования гидробионтов. Характеристика водной среды и ее компоненты. Адаптации организмов к водной среде обитания. Общая характеристика взаимоотношений организма и окружающей среды.	2
	Водный обмен. Осмотический баланс и процессы ионной регуляции	
6.	Водно-солевой обмен гидробионтов. Защита от обсыхания и выживаемость в высохшем состоянии. Адаптации к снижению влагоотдачи. Выживаемость при высыхании. Защита от осмотического обезвоживания и обводнения. Выбор осмотической среды и осмоизоляция. Внутриклеточная изоосмотия и осмоконформация. Осморегуляция.	2
7.	Солевой обмен. Пассивный солевой обмен. Активный солевой обмен. Экологическое значение солености и солевого состава воды. Устойчивость гидробионтов к изменению солевого состава вод.	2
8.	Особенности ионной регуляции у беспозвоночных и рыб. Основные типы осмотической регуляции. Адаптации организма гидробионтов к периодическим изменениям солености на примере рыб. Полупроходные, проходные виды рыб. Физиологические и гормональные перестройки.	2
9.	Биохимические основы адаптации организмов к условиям солености. Различные стратегии. Стратегия ионной регуляции и ступени ее усложнения. Регулирование осмолярности	2

	внутриклеточной среды. Стратегия изоляции внутриклеточных и внеклеточных жидкостей.	
	Физиологические основы поведения	
10.	Основные типы поведения - пищевое, родительское, защитное, репродуктивное, ритуальное, конкурентное, агрессивное, постстрессовое, миграционное, конвергентное, игровое, поисковое. Роль факторов среды в формировании поведения. Поведение и адаптация.	2
	Питание гидробионтов	
11.	Кормовые ресурсы гидросферы. Происхождение типов питания. Основные типы питания гидробионтов. Способы добывания пищи. Заглатывание грунта и собирание детрита. Фильтрация. Седиментация. Пастьба. Охота. Спектры питания. Пищевая элективность. Количественная оценка выборочности питания.	2
12.	Строение пищеварительных систем разных групп гидробионтов. Пищеварительные ферменты. Физиология питания рыб. Влияние внешних и внутренних факторов.	2
13.	Интенсивность питания и усвоение пищи. Интенсивность потребления. Усвоение пищи. Интенсивность ассимиляции. Ритмы питания.	2
	Дыхание гидробионтов	
14.	Адаптации гидробионтов к газообмену. Увеличение площади и газопроницаемости дыхательных поверхностей. Аэрирование дыхательных поверхностей. Внутриорганизменный транспорт кислорода и углекислоты. Биохимические и физиологические адаптации.	2
15.	Интенсивность и эффективность дыхания. Интенсивность газообмена у гидробионтов разных видов. Зависимость интенсивности газообмена от внешних условий. Эффективность дыхания.	2
16.	Устойчивость гидробионтов к дефициту кислорода и заморные явления. Устойчивость гидробионтов к дефициту кислорода. Заморы. Особенности газообмена у разных по экологии групп водных организмов	2
	Рост, развитие и размножение гидробионтов	
17.	Рост и развитие гидробионтов. Формы роста. Приспособительность роста. Влияние различных факторов. Развитие гидробионтов. Формы. Продолжительность.	2
18.	Энергетика роста и развития. Интенсивность трансформации энергии. Эффективность использования пищи и энергии. Энтропизация энергии. Энергобаланс особей.	2
19.	Размножение гидробионтов. Формы размножения и их значение. Ритмы размножения К- и R- стратегии размножения.	2
	Реакция гидробионтов на действие различных факторов среды	
20.	Тепловые свойства воды и границы выживания водных животных. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Изменение температуры и регуляция метаболизма у водных беспозвоночных	2

	и рыб. Физиологическая регуляция температуры тела: эндотермия и эктотермия. Эндотермия у крупных рыб.	
21.	Действие света. Адаптации гидробионтов к изменению интенсивности освещения и спектральному составу. Приспособления гидробионтов к условиям освещенности. Фотосинтез водных растений, связь освещенности с фотосинтезом.	2
22.	Активная реакция среды. Eh, pH в воде и грунтах. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале и его влиянии на процессы, связанные с жизнью и активностью гидробионтов. Влияние pH на выживаемость организмов-гидробионтов. Стеноионные и эврионные организмы. Физиологические механизмы действия низких значений pH на пресноводных беспозвоночных и рыб.	2

5.2. Содержание практических/ лабораторных занятий:

№ п/п	Наименование тем практических/ лабораторных занятий и их содержание	Кол-во час.
1.	Соленость и ионный состав воды как факторы лимитирующие развитие пресноводных организмов	6
2.	Активная реакция среды и толерантные диапазоны различных представителей водных организмов	4
3.	Изменения роста и размножения гидробионтов в зависимости от условий среды	10

5.3. Содержание семинарских занятий:

№ п/п	Наименование тем семинарских занятий и их содержание	Кол-во час.
1.	Различная зависимость от кислорода у водных организмов. Адаптации рыб. Роль жаберного газообменника, плавательного пузыря. Дыхательная функция кожи, ротовой полости, кишечного тракта рыб. Влияние двуокиси углерода, содержания кислорода и водородных ионов на газообмен у гидробионтов.	2
2.	Температура. Устойчивость и толерантность к замерзанию. Общие принципы. Устойчивость и толерантность к замерзанию у моллюсков литоральной зоны. Гликопротеидные антифризы рыб. Влияние температуры на продолжительность развития водных организмов.	2
3.	Давление. Действие давления на биологические системы. Стратегия адаптации ферментного аппарата к давлению у морских организмов.	2
4.	Плавучесть. Преимущества нейтральной плавучести. Морские костистые рыбы: преимущества плавучести, связанные с гипотоничностью тела у морских костистых рыб. Регуляция ионного состава жидкостей у кальмаров. Уменьшение количества белка и степени окостенения скелета у глубоководных рыб. Плавательный пузырь костистых рыб. Его функция на больших глубинах. Центральная роль клубочковых	2

	капилляров почки у глубоководных рыб.	
5.	Обмен веществ у рыб в условиях антропогенного эвтрофирования. Физиологические (газообмен, обмен азота) и биохимические (содержание сухого вещества, липидов, белка и углеводов, активность ряда ферментов и др.) показатели у рыб под влиянием синезеленых водорослей и их токсинов. Изменения в обмене веществ у водных организмов в условиях токсического воздействия.	2
6.	Эколого-физиологические аспекты приспособления водных беспозвоночных к действию неблагоприятных факторов. Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде.	2
7.	Методы изучения дыхания водных организмов. Методы изучения питания водных организмов. Методы изучения влияния температуры на водные организмы. Методы изучения влияния света на водные организмы. Методы изучения возраста, плодовитости и темпа роста рыб.	2
8.	Адаптация водных растений к стрессовым абиотическим факторам среды. Закономерности действия факторов на прокариотные и эукариотные фотосинтезирующие организмы. Физиологические эффекты, возникающие при взаимодействии биотических факторов с водными растениями и механизмы адаптации водных растительных организмов к этим факторам.	2
9.	Семинар с выступлениями аспирантов с устными докладами по теме реферата.	2

#### 5.4. Самостоятельная работа аспирантов

№ п/п	Самостоятельная работа аспирантов	Кол-во час.
1	Подбор литературы и подготовка к семинару: Различная зависимость от кислорода у водных организмов. Адаптации рыб. Роль жаберного газообменника, плавательного пузыря. Дыхательная функция кожи, ротовой полости, кишечного тракта рыб, амфибий, рептилий. Влияние двуокиси углерода, содержания кислорода и водородных ионов на газообмен у гидробионтов.	8
2	Подбор литературы и подготовка к семинару: Температура. Устойчивость и толерантность к замерзанию. Общие принципы. Устойчивость и толерантность к замерзанию у моллюсков литоральной зоны. Гликопротеидные антифризы рыб. Влияние температуры на продолжительность развития водных организмов.	8
3	Подбор литературы и подготовка к семинару: Давление. Действие давления на биологические системы. Стратегия адаптации ферментного аппарата к давлению у морских организмов.	8
4	Подбор литературы и подготовка к семинару: Плавучесть. Преимущества нейтральной плавучести. Морские костистые рыбы: преимущества плавучести, связанные с гипотоничностью	8

	тела у морских костистых рыб. Регуляция ионного состава жидкостей у кальмаров. Уменьшение количества белка и степени окостенения скелета у глубоководных рыб. Плавательный пузырь костистых рыб. Его функция на больших глубинах. Центральная роль клубочковых капилляров почки у глубоководных рыб.	
5	Подбор литературы и подготовка к семинару: Обмен веществ у рыб в условиях антропогенного эвтрофирования. Физиологические (газообмен, обмен азота) и биохимические (содержание сухого вещества, липидов, белка и углеводов, активность ряда ферментов и др. ) показатели у рыб под влиянием синезеленых водорослей и их токсинов. Изменения в обмене веществ у водных организмов в условиях токсического воздействия.	8
6	Подбор литературы и подготовка к семинару: Эколого-физиологические аспекты приспособления водных беспозвоночных к действию неблагоприятных факторов. Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде.	8
7	Подбор литературы и подготовка к семинару: Методы изучения дыхания водных организмов. Методы изучения питания водных организмов. Методы изучения влияния температуры на водные организмы. Методы изучения влияния света на водные организмы. Методы изучения возраста, плодовитости и темпа роста рыб.	8
8	Подбор литературы и подготовка к семинару: Адаптация водных растений к стрессовым абиотическим факторам среды. Закономерности действия факторов на прокариотные и эукариотные фотосинтезирующие организмы. Физиологические эффекты, возникающие при взаимодействии биотических факторов с водными растениями и механизмы адаптации водных растительных организмов к этим факторам.	8

## 6. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме собеседования и подготовки реферата по одному из разделов дисциплины. Форма промежуточной аттестации: зачет.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература:

1. Хлебович, В. В. Экология особи: очерки фенотипических адаптаций животных. - Санкт-Петербург, 2012. - 143 с. (Эл. Каталог)
2. Кузьмина, В. В. Физиология питания рыб. Влияние внешних и внутренних факторов. - Борок, 2008. - 276 с. (Эл. Каталог)
3. Иванов А.А., Пронина Г.И., Корягина Н.Ю. Физиология гидробионтов: учеб. пособие. - Санкт-Петербург, 2015. – 480 с.
4. Иванов А.А. Физиология рыб: учеб. пособие для вузов. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 278 с. (Эл. Каталог)



5. Ипатова В. И. Адаптация водных растений к стрессовым абиотическим факторам среды. - М.: Графикон-принт, 2005. - 223 с. (Эл. Каталог)
6. Немова Н. Н. Высоцкая Р.У. Биохимическая индикация состояния рыб - М.: Наука, 2004. - 212 с. (Эл. Каталог)

#### **Дополнительная литература:**

1. Гапочка Л.Д. Об адаптации водорослей. - М.: Изд-во Московского университета, 1981. - 80 с.
2. Голованов В. К. Температурные критерии жизнедеятельности пресноводных рыб. - Москва: Полиграф-Плюс, 2013. - 300 с. (Эл. Каталог)
3. Константинов А.С. Общая гидробиология. - М.: Высшая школа, 1986. - 472 с.
4. Кузьмина В.В. Физиология питания рыб. Влияние внешних и внутренних факторов. - Борок, 2008. - 276 с. (Эл. Каталог)
5. Москалев Ю.И. Минеральный обмен. - М.: Медицина, 1985. - 288 с.
6. Наточин Ю.В. Водно-солевой гомеостаз: эволюция и экология. Препринт научного доклада. - Сыктывкар: Изд-во Коми филиал АН СССР, 1982. - 48 с.
7. Проссер Л.П., Браун Ф.Б. Сравнительная физиология животных. - М.: Мир, 1967. - 766 с.
8. Руководство по методике исследований физиологии рыб: сб. статей / отв. ред. Е.Н. Павловский. - М., 1962. - 375 с.
9. Скадовский С.Н. Экологическая физиология водных организмов. - М.: Советская наука, 1955. - 338 с.
10. Слоним А.Д. Экологическая физиология животных. - М.: Высшая школа, 1971. - 448 с.
11. Смирнов Н.Н. Биология ветвистоусых ракообразных. Итоги науки и техники. Зоология беспозвоночных. Т.3. - М.: ВИНТИ, 1975. - 117 с.
12. Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: сборник научных статей. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. - Т.1: Экологическая физиология и биохимия водных организмов. - 320 с. (Эл. Каталог)
13. Физиология и токсикология пресноводных животных // Сборник статей. - Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский дом печати. 2007. -340 с.
14. Физиологические исследования рыб и беспозвоночных Баренцева моря: Сб.науч.тр. / отв.ред. Оганесян С.А. - Мурманск: ПИПРО, 1996. - 185с. (Эл. Каталог)
15. Current problems of physiology and biochemistry of aquatic organisms: Collected scientific papers of the first International seminar and PhD workshop (6-9 September 2010, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia), Vol. 2, Arctic and sub-arctic biological resources-potential for biotechnology. - Petrozavodsk, 2010. - 104 p. : (Эл. Каталог)

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

КарНЦ РАН располагает хорошей материальной базой для преподавания данной дисциплины. Лекции и семинарские занятия проводятся в аудитории, оборудованной необходимой демонстрационной техникой (проектор). В профильных лабораториях ИВПС КарНЦ РАН имеется необходимое оборудование и расходные материалы: весы аналитические (взять у химиков название), химическая посуда (стаканы), мерная посуда, пипетки Пастера пластиковые одноразовые, культура *Ceriodaphnia affinis*; реактивы (соли натрия, соли кальция, соли магния, соли калия, кислота соляная разб.).