

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской  
академии наук**

Утверждаю.  
Директор ИПЭЭ РАН  
\_\_\_\_\_ Найденко С.В.

Протокол №5, 6 апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Экологическая физиология»**

*(наименование дисциплины)*

---

**Группа специальностей:  
1.5 Биологические науки**

---

**Специальности:  
«1.5.12 Зоология»**

---

Москва, 2022 г.

## Аннотация

Дисциплина «**Экологическая физиология**» реализуется в рамках учебного плана по специальности **Зоология** для аспирантов очной формы обучения.

Основным источником материалов для формирования содержания программы являются: учебники, монографические издания, публикации, материалы конференций, симпозиумов, семинаров, интернет-ресурсы. Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа). Дисциплина реализуется в течение 4 лет обучения. Текущая аттестация проводится 1 раз в год в форме доклада, итоговая аттестация входит в кандидатский экзамен по специальности (в виде дополнительных вопросов).

### 1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «**Экологическая физиология**» - это дисциплина специализации в рамках специальности «**Зоология**».

**Цель дисциплины:** формирование у аспирантов представлений об актуальных проблемах экологической физиологии у животных, методах изучения экологической физиологии.

**В результате освоения дисциплины аспирант должен:**

**знать:**

- теоретические основы физиологии животных, рассматриваемые в экологическом аспекте, закономерности различных функций живого организма и их качественные различия у животных разных видов, процессы, протекающие в организме животного и реакцию организма на воздействие внешней среды;

**уметь:**

- собирать, анализировать и интерпретировать научную отечественную и международную литературу по экофизиологии животных, свободно ориентироваться в дискуссионных проблемах, работать с современным оборудованием и программами;

**владеть:**

- базовыми технологиями сбора и преобразования информации; текстовыми и табличными редакторами, поиском в сети Интернет; техникой постановки корректного эксперимента в области экологической физиологии; навыками изложения в устной и письменной форме результатов своего исследования и аргументацией своей точки зрения в дискуссии;
- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе адекватным выбором объекта исследования и передачи своих знаний в педагогической практике;
- навыками критического анализа и оценки собственных результатов и современных научных достижений по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

### 2. Структура дисциплины:

Вид занятий	Количество часов
Индивидуальная контактная и самостоятельная работа	136
Экзамен	8
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>

### 3. Содержание дисциплины:

№	Наименование темы (раздела)	Краткое содержание темы (раздела)
1	Предмет и содержание экологической физиологии	Экологическая физиология как изучение функционального интерфейса организма и среды. Сравнительный подход как важный элемент эколого-физиологического исследования
2	Газообмен и дыхание животных.	Транспорт газов в воде и воздухе. Основные типы органов газообмена и принципы их функционирования (внешние покровы, трахейная система насекомых, жаберная система рыб, легкие наземных позвоночных). Дыхательные пигменты. Роль циркуляции жидкости в транспорте газов в организме животных. Основные закономерности регуляции дыхания в воде и на суше. Адаптации систем газообмена при смене среды обитания. Основные методы исследования газообмена животных.
3	Энергообмен и терморегуляция животных.	Основные составляющие энергетического баланса организма. Что такое «температура тела животного» и смысл понятий «гомойотермия», «пойкилотермия», «эндотермия», «эктотермия». Источники теплопродукции в организме, дрожательный и недрожательный термогенез. Процессы теплообмена тела животного со средой, теплоизоляция. Механизмы поддержания энергетического баланса у эктотермных животных, поведенческая регуляция, баскинг. Морозоустойчивость эктотермных животных. Механизмы поддержания энергетического баланса у эндотермных животных. Классическая модель регуляции теплообмена птиц и млекопитающих, понятие о термонеutralной зоне и критических точках. Критика и развитие классической модели терморегуляции, понятие о "терморегуляторном многоугольнике" Гибернация и торпор; их экологические преимущества и функциональные ограничения. Закономерности терморегуляторных адаптаций; критика правил Бергмана и Аллена. Основные методы исследования терморегуляции и энергообмена.
4.	Питание и пищеварение.	Пищеварительная система, эволюция пищеварительной системы у высших позвоночных. Обмен веществ. Витамины.
5.	Водный обмен, осморегуляция, система выделения животных	Эволюция органов водного обмена у высших позвоночных. Водно-солевой обмен.
6	Нервный контроль и эндокринная регуляция жизнедеятельности	Эволюция нервной системы в ряду высших позвоночных (от амфибий до млекопитающих. Особенности деятельности нервной системы у разных классов животных. Гормональная регуляция деятельности организма. Эволюция эндокринной регуляции у высших позвоночных. Обеспечение адаптации к постоянно изменяющимся условиям внешней и внутренней среды при сохранении постоянства внутренней среды.
7.	Европейская и восточная традиции в воззрениях на сон и сновидения	Сон как пассивное и маргинальное состояние. От Аристотеля (IV в. до н.э.) до И.П.Павлова (1849-1936). М.М.Манассеина (1843-1903) - забытый основатель "науки

		о сне". Появление электрофизиологических методов и зарождение современных представлений о трех состояниях организма в середине XX века: В.Демент и М.Жуве. Новая дефиниция сна. Феноменология физиологических и поведенческих проявлений сна. Циклы, фазы и стадии сна. Особенности ЭЭГ у животных. Физиологические проявления парадоксального сна. Сновидения у животных. Четыре группы "базисных" механизмов мозга.
8.	Биологические часы: устройство центрального осциллятора	Циркадианная и диуральная ритмика. Супрахиазматические ядра и эпифиз. Мелатонин и эпифиз. Мелатонин и сон. Ритм активности-покоя и цикл сна-бодрствования. Взаимодействие циркадианных и гомеостатических механизмов: модель Борбели. Молекулярно-генетические и клеточные механизмы сна.
9.	Эволюция, экология и онтогенез сна.	Эволюция сна. Сравнительная физиология сна у плацентарных и сумчатых млекопитающих, экологические особенности. Сон у копытных. Однополушарный медленный сон у некоторых водных млекопитающих: дельфинов, ушастых тюленей. Сон у обыкновенных тюленей. Сон у однопроходных млекопитающих - утконоса и ехидны. Сон у птиц. Монотонный сон (покой) у холоднокровных позвоночных и беспозвоночных. Простые модели сна. Гипотеза о происхождении быстрого сна от "археободствования" пойкилотермов. Онтогенез сна. Созревание сна. Сон у новорожденных детенышей млекопитающих и у цыплят. Уникальная роль быстрого сна в созревании нервной системы. Возрастные особенности сна. Сон, гибернация и торпор. Лишение сна. Кратковременная депривация сна. Экспериментальная депривация сна лабораторных животных - тотальная и избирательная. "Бесстрессорная депривация". Хроническая инструментальная депривация (опыты А.Рекшаффена). Что говорят опыты с лишением сна о его функциональном назначении? Обучение, память и сон. Что такое «память»? Сон и память. Сон и гормоны. Сон и стресс. Функции сна.

#### 4. Образовательные технологии

Занятия по дисциплине строятся в форме индивидуальной работы преподавателя (руководителя) с аспирантом, по типу тьюториолов, и самостоятельной работы аспиранта.

Преподаватель разрабатывает для аспиранта индивидуальный план освоения дисциплины, который включает список учебной и научной литературы и график ее освоения, участие в научных семинарах, темы рефератов и формы контроля.

#### 5. Текущая, промежуточная и итоговая аттестация

Текущая аттестация проводится 1 раз в год в форме доклада, оценка за который выставляется зачтено/ не зачтено.

#### Оценивание доклада аспиранта

Оценка зачета	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
Зачтено	Аспирант при ответе демонстрирует содержание тем учебной дисциплины,

	владеет основными понятиями, имеет представление об особенностях экологической физиологии. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения
Не зачтено	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области экологической физиологии. Не информирован или слабо разбирается в проблемах и/или не в состоянии наметить пути их решения.

Итоговая аттестация входит в кандидатский экзамен по специальности (в виде дополнительных вопросов).

### Список вопросов по дисциплине:

1. Основные составляющие энергетического баланса организма.
2. Что такое «температура тела животного» и смысл понятий «гомойотермия», «пойкилотермия», «эндотермия», «эктотермия».
3. Механизмы поддержания энергетического баланса у эктотермных животных, поведенческая регуляция, баскинг. Морозоустойчивость эктотермных животных.
4. Механизмы поддержания энергетического баланса у эндотермных животных. Классическая модель регуляции теплообмена птиц и млекопитающих, понятие о термонеutralной зоне и критических точках. Критика и развитие классической модели терморегуляции, понятие о "терморегуляторном многоугольнике"
5. Закономерности терморегуляторных адаптаций; критика правил Бергмана и Аллена. Основные методы исследования терморегуляции и энергообмена.
6. Пищеварительная система, эволюция пищеварительной системы у высших позвоночных. Обмен веществ. Витамины
7. Эволюция органов водного обмена у высших позвоночных. Водно-солевой обмен.
8. Эволюция нервной системы в ряду высших позвоночных (от амфибий до млекопитающих). Особенности деятельности нервной системы у разных классов животных. Гормональная регуляция деятельности организма. Эволюция эндокринной регуляции у высших позвоночных.
9. Транспорт газов в воде и воздухе. Основные типы органов газообмена и принципы их функционирования.
10. Роль циркуляции жидкости в транспорте газов в организме животных. Основные закономерности регуляции дыхания в воде и на суше. Адаптации систем газообмена при смене среды обитания. Основные методы исследования газообмена животных.
11. Предмет и содержание экологической физиологии
12. Кто и когда открыл парадоксальный (быстрый) сон?
13. Определение понятию "сон". Компоненты сна.
14. Является засыпание активным или пассивным процессом? Существует ли в мозге "центр сна"?
15. Что такое "парадоксальный сон" - сон или бодрствование? Каковы его признаки у человека и животных? Где расположена, как устроена система запуска и поддержания парадоксального сна?
16. Как работают нейроны мозга в цикле сон-бодрствование?
17. Выброс каких гормонов организма связан со сном и циркадианной ритмикой?
18. Эволюции сна. Как спят дневные и ночные птицы? Как спят птицы при миграциях? Каков сон у цыпленка?
19. Каков сон у однопроходных и сумчатых? Есть ли животное, которое не спит? На какой ступени эволюционной лестницы появляется парадоксальный сон? Есть ли млекопитающее, которое не видит снов? Что снится кошке?
20. Как зависит сон от экологии данного животного? Каковы экологические особенности сна копытных? Каковы экологические особенности сна водных млекопитающих?

21. Как спит новорожденный детеныш? Как изменяется его сон по мере созревания нервной системы? Как изменяется структура сна при старении организма?
22. Какие признаки сна наследственно обусловлены?
23. Что такое циркадианная и диуральная ритмика? В чем сходство и в чем разница между ритмом сна-бодрствования и ритмом активности-покоя?
24. Что вы знаете про «биологические часы»? Какова их функция?
25. Расскажите о двухкомпонентной модели регуляции сна А.Борбели.
26. Можно ли у подопытных животных подавлять весь сон в течение длительного периода времени? Можно ли в эксперименте подавить парадоксальный сон и что при этом происходит?

#### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Библиотечные и Интернет-ресурсы, консультации с ведущими специалистами Института, работа в общеинститутских блоках.

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

В профильных лабораториях имеется следующее оборудование: газовый хроматограф, спектрофотометр для иммуноферментного анализа содержания гормонов Elisa, гемоцитометр для определения состава форменных элементов крови, видеокамеры для регистрации поведения (3), камера для определения базового метаболизма мелких млекопитающих, установка для регистрации полисомнограммы мелких грызунов, аппарата для дистанционной регистрации и записи двигательной активности и температуры тела животных.

Общеинститутские блоки: виварий, НЭБ «Черноголовка», полигоны и вольеры для содержания и исследования животных в полуестественных условиях.

### **8. Литература**

#### **Основная литература**

1. Ковальзон В.М. Основы сомнологии. Физиология и нейрохимия цикла бодрствование-сон. М.: «Бином. Лаборатория знаний». 2011. 240 с.
2. Бехтерева Н.П. и др. (ред.) Экологическая физиология животных. Часть 3. Физиология животных в различных физико-географических зонах. 1982. Серия: Руководство по физиологии. Л.: Наука. 504 с.
3. Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда. 2 тома. 1982. М.: Мир.
4. Эккерт Р., Рэнделл Д., Огастин Дж. Физиология животных: Механизмы и адаптация. 2 Тома 1991. М.: Мир.

#### **Дополнительная литература**

1. Ковальзон В.М. Необычайные приключения в мире сна и сновидений // Природа. 2000. №1. С.12-20
2. Ковальзон В.М. Эволюционные и экологические аспекты сна // Успехи современной биологии. 1976. Т81. №3. С. 381-398.
3. Латаш Л.П., Ковальзон В.М./ Сравнительно-физиологический подход к изучению функций сна // Журн. эволюционной биохимии и физиологии. 1975. Т11. №1. С. 11-19.
4. Мухаметов Л.М. Сравнительная физиология сна млекопитающих // Физиология человека и животных. Т. 31. Механизмы сна (Итоги науки и техники, ВИНТИ). М., 1986. С.111-177.
5. Пастухов Ю.Ф. Сон и обездвиженность // Физиология человека и животных. Т.31. Механизмы сна (Итоги науки и техники, ВИНТИ). М., 1986. С.59-110.
6. Willmer P., Stone G., Johnston I. Environmental Physiology of Animals. 2nd ed. 2009. N.-Y. Wiley. 768 p.

7. Лямин О.И., Мухаметов Л.М. Особенности сна китообразных // ЖВНД. 2013. Т. 63. №1. С.61-74.
8. Озернюк, Н. Д. Температурные адаптации. *Изд-во МГУ*, 2000.
9. Bakken, G. S.; Samuel, W. M.; William, R. & Erskine, D. J. Operative and standard operative temperature: tools for thermal energetics studies. *American Zoologist*, 1985, 25 933-943.
10. Block, B. A. *Physiological Ecology in the 21st Century: Advancements in Biologging Science. Integrative and Comparative Biology*, 2005, 45(2): 305-320.
11. Gaston K. J. et al. *Macrophysiology: A Conceptual Reunification. The American Naturalist*, 2009, 174(5): 595-612.
12. Hillenius, W. J. & Ruben, J. A. The Evolution of Endothermy in Terrestrial Vertebrates: Who? When? Why?. *Physiological and Biochemical Zoology*, 2004, 77(6): 1019-1042.

### Базовые журналы

- Nature
- Nature Communications
- Science
- Proceedings of the Royal Society of London ser. B
- Philosophical Transactions of the Royal Society of London
- Biology Letters
- A Journal of Comparative Zoology (Zoologischer Anzeiger )
- Zoology
- Acta Zoologica
- Biological Journal of the Linnean Society
- Integrative Zoology
- Доклады Российской академии наук, серия Биологическая
- Журнал общей биологии
- Зоологический журнал
- Известия РАН, серия Биологическая
- Сенсорные системы
- Успехи современной биологии
- Экология

### 9. Библиотечные и Интернет-ресурсы

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность (количество точек доступа)
1	<a href="http://www.nature.com/nature">http://www.nature.com/nature</a>	Nature	64
2	<a href="http://www.nature.com/methods">http://www.nature.com/methods</a>	Nature Methods	64
3	<a href="http://www.webofknowledge.com">http://www.webofknowledge.com</a>	Web of Science. Библиографическая база данных	64
4	<a href="http://www.sciencedirect.com/science">http://www.sciencedirect.com/science</a>	ScienceDirect. База журналов издательства Elsevier	64
5	<a href="http://www.elsevier.com">http://www.elsevier.com</a>	Elsevier Поисковая система публикаций	64
6	<a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>	SpringerLink. База журналов издательства Springer	64
7	<a href="http://www.springer.com">http://www.springer.com</a>	Springer Поисковая система публикаций	64
8	<a href="http://www.annualreviewws.org">http://www.annualreviewws.org</a>	Annual Reviews. База	64

9	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a>	Wiley Электронная библиотека	64
10	<a href="http://online.sagepub.com/">http://online.sagepub.com/</a>	Sage Journals	64
11	<a href="http://www.annualreviews.org/">http://www.annualreviews.org/</a>	Annual Reviews Sciences Collection	64
12	<a href="http://www.sciencemag.org/journals">http://www.sciencemag.org/journals</a>	Science/AAAS	64

**10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.**

Библиотечные и Интернет-ресурсы, консультации с ведущими специалистами Института, работа в общеинститутских блоках.

**Язык преподавания:** русский.

**Преподаватель:** д.б.н. Ковальзон В.М., д.б.н. Ивлев Ю.Ф.