

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

Утверждаю.  
Директор ИПЭЭ РАН  
\_\_\_\_\_ Найденко С.В.  
«06» апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Трофология водных животных»**  
*(наименование дисциплины)*

---

**Группа специальностей:**  
1.5 Биологические науки

---

**Специальности:**  
«Гидробиология»

---

Квалификация: **Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Москва, 2022 г.

## Аннотация

Дисциплина «Трофология водных животных» реализуется в рамках учебного плана по специальности **Гидробиология** 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).

### Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Трофология водных животных» - это дисциплина специализации в рамках специальности «Гидробиология».

**Цель дисциплины:** формирование у аспирантов представлений о закономерностях питания гидробионтов и служит основой для изучения потоков вещества и энергии в водных экосистемах, разработки методов охраны животных, рационального природопользования и аквакультуры.

**В результате изучения дисциплины «Трофология водных животных» аспирант должен достичь следующих результатов:**

#### **Знать:**

закономерности питания гидробионтов и потоков вещества и энергии в водных экосистемах, методы охраны животных, рационального природопользования и аквакультуры.

#### **Уметь:**

применять методы для изучения индивидуального пищевого поведения, взаимодействий в системе «хищник-жертва», динамики и пространственных отношений; строить трофо-экологические модели конкуренции.

#### **Владеть:**

современными методами трофологии; навыками критического анализа и оценки собственных результатов и современных научных достижений по трофологии водных животных.

### Структура дисциплины:

Вид занятий	Количество часов
Семинары	36
Индивидуальная контактная и самостоятельная работа	53
Лабораторно-практические занятия	53
Экзамен	2
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>

### Содержание дисциплины:

№	Наименование темы (раздела)	Краткое содержание темы (раздела)
1	Физиологические и морфологические основы трофологии.	Основные типы гетеротрофии. Разнообразие способов питания у водных позвоночных и беспозвоночных животных; классификации гетеротрофов по основным характеристикам питания; история становления трофологии как научной дисциплины. Морфология и функции органов питания. Структура и работа отдельных органов и систем, обеспечивающих поиск, добывание и обработку пищи; примеры из основных групп пресноводных и морских животных. Структура пищедобывательного цикла Последовательность фаз пищедобывательного цикла; их сенсорное и локомоторное обеспечение в разных группах беспозвоночных и позвоночных гидробионтов.
2	Биоэнергетика и селективность питания	Интенсивность питания. Рацион животного; физиологические и экологические факторы его формирования; методы оценки интенсивности питания; физиологический и экологический рацион. Пищевые спектры и селективность. Селективность (избирательность) питания; методы ее изучения и формализации; пищевые спектры; факторы их формирования; понятия о предпочтении и доступности корма. Баланс вещества и энергии. Баланс вещества и энергии в организме; основные биоэнергетические показатели и методы их оценки; эффективность ассимиляции пищи.
3	Пищевое поведение и трофические взаимодействия.	Летальные и нелетальные взаимодействия, триотроф. Биоэнергетический и этологический подходы в трофологии; взаимодействия «хищник-жертва»; трофические и поведенческие каскады в сообществах гидробионтов; концепция «триотрофа». Конкурентные и кооперативные отношения. Внутривидовая и межвидовая конкуренция за ресурс; антагонистические и мутуалистические взаимодействия в пищедобывательном поведении; эксплуатационная и интерференционная конкуренция. Индивидуальная вариабельность и стратегии поведения. Индивидуальная изменчивость в популяциях водных животных; стратегии пищевого поведения; роль индивидуальной изменчивости в трофических взаимодействиях; методы анализа изменчивости.
4.	Пищевые сети и модели трофических взаимодействий.	Трофическая структура сообществ. Понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Продуценты, консументы, редуценты. Отношения организмов в пределах одной трофической группы. Пищевая конкуренция. Принцип Гаузе, его ограничения. Парадокс планктона. Отношения организмов различных трофических группировок. Взаимодействия типа хищник – жертва. Опыты Гаузе и математические модели Лотки и Вольтерра. Современные модели трофических отношений. Трофические цепи и сети. Пастбищные и микробные пищевые сети. Структура трофических взаимодействий в водных сообществах; трофические уровни, пищевые цепи и сети; пастбищные и микробные пищевые сети; сбалансированность процессов продукции и деструкции. Симбиоз и трофические взаимодействия. Симбиотрофия в ассоциациях водных

		<p>организмов; трофические аспекты паразитизма и мутуализма; санитарный симбиоз.</p> <p>Математические модели в трофологии. Математические модели индивидуального пищевого поведения; взаимодействия в системе «хищник-жертва»; динамика и пространственные отношения в моделях; модели конкуренции; разнообразие трофо-экологических моделей.</p>
5.	Прикладные аспекты трофологии водных животных	<p>Накопление поллютантов в пищевых цепях. Перенос основных типов загрязнений антропогенного происхождения по пищевым цепям; аккумуляция поллютантов; патогенные эффекты на индивидуальном и системном уровнях. Трофологические основы аквакультуры и охраны гидробионтов. Научно обоснованные представления о качественных и количественных характеристиках питания охраняемых видов и организмов, предназначенных для культивирования; оптимизация кормления в условиях аквакультуры; возможности вмешательства в естественные сообщества. Трофология и промысловые прогнозы. Неоднородное размещение ресурсов в разных масштабах; пространственные и временные аспекты взаимодействия популяций хищников и жертв; роль трофических отношений в пополнении популяций; оценки биопродуктивности и использование данных о трофических отношениях в промысловых прогнозах.</p>

### Образовательные технологии

Лекции, семинары, практические занятия, написание рефератов, подготовка презентаций и выступлений.

### Текущая и промежуточная аттестация. Фонд оценочных средств

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 трофологии водных животных. 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 трофологии водных животных. 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 типы питания водных животных.
2. Сенсорное оснащение процесса питания.
3. Интенсивность питания и рацион.
4. Факторы регуляции рациона.

5. Методы оценки рациона.
6. Пищевые спектры и селективность питания.
7. Факторы, регулирующие селективность питания.
8. Изменения питания в онтогенезе.
9. Баланс энергии и эффективность ассимиляции.
10. Конфликт пищевого и оборонительного поведения.
11. Летальные и нелетальные взаимодействия, триотроф.
12. Кормовая база и доступность корма.
13. Внутривидовая и межвидовая конкуренция.
14. Конкуренционные и кооперативные отношения при питании.
15. Индивидуальная изменчивость и стратегии пищевого поведения.
16. Трофический полиморфизм.
17. Пастбищные и микробные пищевые сети.
18. Индексы селективности питания.
19. Модели взаимодействий «хищник-жертва».
20. Модификации пищевого поведения под влиянием паразитов.
21. Пространственные и временные аспекты трофических взаимодействий, диапауза.
22. Перенос незаменимых жизненно важных и вредных веществ по пищевым сетям.
23. Трофология и научные основы охраны гидробионтов
24. Трофические взаимодействия с аборигенных и чужеродных видов.
25. Трофологические основы аквакультуры.
26. Трофология и оценка допустимых уловов гидробионтов.

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

#### **Основная литература**

1. Бегон М., Харпер Дж., Таунсенд К., 1989. Экология. Особи, популяции и сообщества. В двух томах. М.: Мир.
2. Винберг Г.Г., 1956. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: Изд-во Белорус, ун-та, 251с.
3. Ивлев В.С., 1955. Экспериментальная экология питания рыб. М.: Пищепромиздат. 242 с.
4. Михеев В.Н. 2006. Неоднородность среды и трофические отношения у рыб. М.: Наука, 199с.
5. Монаков А.В., 1998. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: ИПЭЭ РАН. 320 сс.
6. Павлов Д.С., Касумян А.О., 1998. Структура пищевого поведения рыб // Вопр. ихтиол. Т.38.№1.С. 123-136.-2003.
7. Mikheev V.N., Pavlov D.S., 2003. Nonlethal interspecific interactions among foraging fish and the concept of "triotroph" // J. of Ichthyology. V. 43. Suppl. 2. P. S151-S167.
8. Wootton R., 1990. Ecology of teleost fishes. L.: Chapman and Hall. 364 p.

#### **Дополнительная литература**

1. Алимов А.Ф., 1989. Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат. 151 с.
2. Мантейфель Б.П. 1980. Экология поведения животных. М., Наука, 220 с.
3. Никольский Г.В. 1974. Экология рыб. М., Высшая школа, 366 с.
4. Радаков Д.В., 1972. Стайность рыб как экологическое явление. М.: Наука. 174 с.
5. Смирнов Н.Н. 1973. Очерк истории изучения питания водных животных.- В кн.: Трофология водных животных. Итоги и задачи. М.: Наука. С.53-74.
6. Шорыгин А.А., 1952. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.: Пищепромиздат. 268 с.

7. Chesson J., 1983. The estimation and analysis of preference and its relationship to foraging models // Ecology. V. 64. P. 1297-1304.
8. Landeau L., Terborgh J., 1986. Oddity and the "confusion effect" in predation // Anim. Behav. V. 34. P. 1372-1380.
9. Milinski M., 1993. Predation risk and feeding behaviour / Ed. T.J. Pitcher. Behaviour of teleost fishes. 3rd edn. L.: Chapman & Hall. P. 285-305.
10. Smith R.J.F. 1997. Avoiding and deterring predators. In: Behavioural Ecology of Teleost Fishes. (ed. J.-G.J. Godin). Oxford University Press, Oxford, p. 163-190.
11. Hart P.J.B., 1993. Teleost foraging: facts and theories / Ed. Pitcher T.J. Behaviour of teleost fishes. 3rd edn. L.: Chapman & Hall. P. 253-284.
12. Hughes R.N., 1997. Diet selection / Ed. Godin J.-G.J. Behavioural ecology of teleost fishes. Oxford: Oxford University Press. P.134-162.
13. Stephens D.W., Krebs J.R., 1986. Foraging theory. Princeton, NJ: Princeton University Press. P. 1-247.

#### **Базовые журналы:**

1. Вопросы Ихтиологии.
2. Биология моря.
3. Известия РАН
4. Успехи современной биологии
5. Журнал общей биологии
6. Доклады РАН
7. Hydrobiologia
8. Marine Biology

#### **Библиотечные и Интернет-ресурсы**

<b>№</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электронной форме</b>	<b>Доступность (количество точек доступа)</b>
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.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Scopus (Elsevier). Библиографическая база данных	64
5	<a href="http://www.sciencedirect.com/science">http://www.sciencedirect.com/science</a>	ScienceDirect. База журналов издательства Elsevier	64
6	<a href="http://www.elsevier.com">http://www.elsevier.com</a>	Elsevier Поисковая система публикаций	64
7	<a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>	SpringerLink. База журналов издательства Springer	64
8	<a href="http://www.springer.com">http://www.springer.com</a>	Springer Поисковая система публикаций	64
9	<a href="http://www.annualreviews.org">http://www.annualreviews.org</a>	Annual Reviews. База	64
10	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a>	Wiley Электронная библиотека	64
11	<a href="http://online.sagepub.com/">http://online.sagepub.com/</a>	Sage Journals	64
12	<a href="http://www.annualreviews.org/">http://www.annualreviews.org/</a>	Annual Reviews Sciences Collection	64
13	<a href="http://www.sciencemag.org/journals">http://www.sciencemag.org/journals</a>	Science/AAAS	64

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

В профильных лабораториях ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН имеется следующее оборудование: аквадистилятор, Батометр Рутнера, дночерпатель, компьютер в комплекте, микроскоп Аксиовет, микроскоп Люмам, микроскоп Биолан, микроскоп МБИ, микроскоп МБС, прибор для регистрации флуоресценции пигментов водорослей, прибор для измерения подводной освещенности, РН-метр-ньометр, спектрофотометр, центрифуга универсальная высокоскоростная.

Общеинститутские блоки: гидробиологическая станция "Глубокое озеро", спектрофотометр для изотопного анализа.

#### **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. Котов А.А.