

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства (Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор

Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

Беспозвоночные животные в практической экономике

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:
Фундаментальная и прикладная биология

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.В. Симакова

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 – Способен использовать фундаментальные биологические знания о таксономическом, морфологическом, бионическом и биохимическом разнообразии беспозвоночных и применять современные методы исследований постановки и решения новых нестандартных задач в области применения полученных данных в практической экономике;

– ПК-1 – Способен обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию о свойствах беспозвоночных животных для решения задач внедрения новых технологий в практику в соответствии с профилем магистерской программы;

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

– ИПК-1.1 – Применяет знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при решении отдельных исследовательских задач.

– ИПК-2.2 – Осуществляет подбор и разработку методов выявления особенностей беспозвоночных для исследования потенциального применения их в практике с учетом опыта полевых и лабораторных исследований

2. Задачи освоения дисциплины

– Изучить спектр морфологических, биохимических, локомоторных и др. свойств беспозвоночных животных и освоить методы применения этих свойств в разных направлениях практической экономики: пищевой, медицинской, строительной и др.

– Обучить применению различных методов исследования для выявления свойств беспозвоночных животных в решении задач практической экономики.

– Знать особенности распространения, биологии и физиологии беспозвоночных животных Северной Азии для выявления видов, выращивание и применение которых экономически оправданно в условиях Сибири.

– Уметь оценивать свойства беспозвоночных животных для перспективного использования в практической экономике и жизни человека.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Первый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Зоология беспозвоночных, Общая энтомология, анатомия насекомых, Физиология беспозвоночных, Экология беспозвоночных, Большой практикум.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 8 ч.

-семинар: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Общие данные о роли беспозвоночных в практической экономике.

Основные понятия

История практики применения беспозвоночных в жизни человека. Основные направления использования беспозвоночных: от наблюдения за поведением и питанием, до использования в промышленных масштабах. Простое копирование деятельности, непосредственное применение самих животных и произведенными ими продуктов, использование опыта освоения среды обитания и трансформации субстратов. Классификация форм экономической деятельности, включающей использование беспозвоночных. География промышленного использования беспозвоночных, мировые тренды и перспективы применения беспозвоночных в практической экономике.

Тема 2. Особенности морфологии, локомоции и бионии беспозвоночных, применяемые в бионике.

Фасеточные глаза (аппозиционный и суперпозиционный) в создании датчиков движения и распознавания образов, наноструктуры глаза — в создании гидрофобных покрытий экранов смартфонов или антиотражательных поверхностей ячеек солнечных батарей. Особенности строения нервной системы беспозвоночных в моделировании нейронных сетей для совершенствования вычислительной техники и разработки новых элементов и устройств автоматики и телемеханики (нейробионики). Экзоскелет беспозвоночных в конструировании протезов конечностей. Локомоция беспозвоночных в бионике при создании движущихся и подъемных конструкций. Моллюски в бионике — от водной улитки к нефтесборному устройству с регулируемой плавучестью, слизь моллюсков рода *Achatina* во внеклеточном матриксе для регенерации тканей внутренних органов. Беспозвоночные в бионической архитектуре. Образ жизни (биония) беспозвоночных в создании механизмов при освоении разных сред: воздушной, водной, подземной.

Тема 3. Особенности физиологии и симбиотической организации беспозвоночных, применяемые в практической экономике.

Паутина, шёлк, слизь, мёд — сложные биохимические соединения, продуцируемые беспозвоночными: происхождение, состав, область применения. Освоение сложно организованных сред и субстратов как результат адаптации пищеварительной системы к потреблению трудно перевариваемых веществ. Симбиотические отношения с микроорганизмами-деструкторами сложных полисахаридов: целлюлозы, крахмалов, лигнина и бактерий из родов *Enterobacter* и *Bacillus*, помогающих расщеплять полимерные соединения (пенополистирол, полиэтилен и др.). Протеолитическая ферментативная способность к расщеплению кератина и кожи у жуков кожеедов, мышечных волокон у двукрылых. Липолитическая активность двукрылых в выращивании экзотических продуктов (изготовление сыра казу марцу). Перспектива трансформации сложных веществ беспозвоночными для получения легкоусваиваемых продуктов питания.

Тема 4. Особенности биохимического состава беспозвоночных, его нутриентный и микроэлементный состав.

Особенности строения беспозвоночных, определяющие специфику их химического состава: гемолимфа, кутикула, жировое тело. Биохимический состав веществ, продуцируемых беспозвоночными: паутина, шёлк, слизь, ферментированные продукты растительного и животного происхождения. Яды беспозвоночных: состав, применение в медицине. Нутриентный состав биомассы беспозвоночных, макронутриенты: — белки, жиры, углеводы и микронутриенты (минорные физиологически активные компоненты) —

эссенциальные жирные кислоты, витамины и провитамины, различные минеральные вещества, пищевые волокна. Специфика состава нутриентов в разных таксономических группах беспозвоночных.

Тема 5. Производство

Разведение и выращивание беспозвоночных, современные тренды. Водные беспозвоночные: краткий обзор морской (выращивание креветок, мидий, иглокожих (кукумария, трепанг)) и внутриконтинентальной аквакультуры (ракообразные: артемия салина, дафнии, гаммарус, пресноводные раки; моллюски: перловицы и беззубки). Наземные беспозвоночные. Особенности выращивания наземных моллюсков в крытых помещениях. Допустимые и необходимые условия для выращивания беспозвоночных на личиночной и взрослой стадиях развития. Создание ферм, организация масштабного производства. Питательные субстраты: преимущества и экономическая целесообразность.

Тема 6. Новые и перспективные направления исследования беспозвоночных для реализации в практической экономике

Способность беспозвоночных к деградации сложных полимерных соединений: древесных полисахаридов, ряда пластических масс, кожи, животного и растительного белка в поиске способов утилизации отходов и загрязнений. Особенности морфоадаптаций и локомоции беспозвоночных в разных средах жизни для инженерных исследований в разработке технических аппаратов. Перспективные исследования биохимического состава беспозвоночных в разработке пищи будущего, пищевых добавок, косметических средств, получении медицинских препаратов. Выявление новых свойств беспозвоночных животных — важное направление в развитии прикладных разработок практической экономики.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, деловых игр по темам, подготовки к семинарским занятиям, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Темы семинарских занятий.

1. История применения свойств беспозвоночных в практической экономике и основные понятия и термины, используемые для обозначения исследований. Основные направления использования беспозвоночных.

2. Классификация экономической деятельности, использующей беспозвоночных. География промышленного использования беспозвоночных.

3. Основные типичные черты строения, физиологии и биологии беспозвоночных. Типы локомоции у беспозвоночных и характерные морфологические адаптации, их обуславливающие

4. Спектр применения свойств беспозвоночных в бионике: инженерно-техническое, химико-технологическое, медицинское направления.

5. Особенности физиологии и симбиотической организации беспозвоночных, применяемые в практической экономике. Симбиотические отношения с микроорганизмами-деструкторами сложных полисахаридов и искусственных полимерных пластмасс. Ферментативная способность беспозвоночных к расщеплению белков и жиров

6. Особенности биохимического состава беспозвоночных. Биохимический состав веществ, синтезируемых беспозвоночными. Нутриентный состав биомассы беспозвоночных: макронутриенты и микронутриенты.

7. Современные тренды в разведении и выращивании беспозвоночных. Особенности выращивания водных и наземных беспозвоночных внутриконтинентальных

территорий. Питательные субстраты: преимущества и экономическая целесообразность, перспективы промышленного выращивания беспозвоночных.

8. Перспективные направления исследования беспозвоночных для реализации в практической экономике. Строение беспозвоночных в перспективных инженерных разработках. Перспективные исследования биохимического состава беспозвоночных в разработке пищи будущего, пищевых добавок, косметических средств, получении медицинских препаратов.

9. Выявление новых свойств беспозвоночных животных — важное направление в развитии прикладных разработок практической экономики.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Структура экзамена соответствует компетентностной структуре дисциплины. В системе оценивания итогового контроля по дисциплине демонстрируется достижение всех запланированных индикаторов – результатов обучения.

Первая часть содержит один вопрос, проверяющий ОПК-1. Ответ на вопрос первой части даётся в развернутой форме и демонстрирует спектр знаний по общим вопросам зоологии беспозвоночных.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ПК-1 и ИПК-1.1. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме и демонстрирует способность анализировать, обрабатывать научную информацию и применять знания о специфике беспозвоночных для формулировки и решения прикладных задач.

Третья часть содержит 1 вопрос, проверяющий ИПК-2.2. Ответы на вопрос третьей части предполагают способность оперировать знаниями и методами практических задач для выявления особенностей беспозвоночных в исследованиях потенциального применения их в практической экономике.

1. Вопрос 1. Цели и задачи практики применения беспозвоночных. История возникновения и развития методов использования беспозвоночных в мире и в России.

2. Вопрос 2. Виды экономической деятельности, использующие свойства беспозвоночных. Перспективы и современные мировые тренды в использовании беспозвоночных

3. Вопрос 3. Методы выявления свойств беспозвоночных, перспективных для внедрения в практическую экономику.

4. Вопрос 1. Основные типичные черты строения, физиологии и биологии беспозвоночных, определяющие специфику их взаимоотношения с окружающей средой.

5. Вопрос 2. Характерные способы локомоции беспозвоночных, определяющие их жизненные формы и позволяющие перемещаться в разных средах обитания, способствующие добыче, перемещению, измельчению и поглощению пищи.

6. Вопрос 3. Физиологические адаптации беспозвоночных к существованию в агрессивных и некомфортных условиях обитания.

7. Вопрос 1. Беспозвоночные в бионике: инженерно-техническое, химико-технологическое, медицинское направления. Осуществленные и перспективные проекты внедрения свойств беспозвоночных в промышленности.

8. Вопрос 2. Способы выявления морфологических адаптаций беспозвоночных к освоению среды, добычанию и переработке пищи, способностей к трансформации природных объектов для создания вторичной продукции, объектов строительной деятельности разного назначения

9. Вопрос 3. Примеры и способы внедрения свойств беспозвоночных в разных областях практической экономики

10. Вопрос 1. Биохимические соединения, синтезируемые и продуцируемые беспозвоночными: разнообразие, свойства, состав. Особенности симбиоза беспозвоночных и микроорганизмов, способствующие усвоению сложных и трудноусваиваемых продуктов и веществ

11. Вопрос 2. Спектр симбионтов беспозвоночных – деструкторов сложных полисахаридов и искусственных полимеров. Методы исследования симбиотических потенций беспозвоночных в трансформации веществ.

12. Вопрос 3. Ферментативная способность беспозвоночных к расщеплению белков (протеолиз) и жиров (липолиз). Примеры деструкции кератина и миозина при деструкции кожи и мышечных волокон. Липолиз продукции животного происхождения беспозвоночными – преимущества, перспективы использования.

13. Вопрос 1. Особенности биохимического состава тел беспозвоночных и синтезируемых ими веществ: полисахариды (хитин), жиры, протеин. Природные полимеры — паутинные нити, яды беспозвоночных как источники нейротоксинов, токсидермии, дерматитов. Сложные продукты – результат частичной переработки беспозвоночными потребленных веществ: мед, бумага, естественные красители.

14. Вопрос 2. Нутриентный состав биомассы беспозвоночных: макронутриенты и микронутриенты. Способы отбора вещества для анализа. Стандартные методы определения веществ в гомогенатах беспозвоночных: *Метод Кьельдаля, метод Дюма и метод спектроскопии в ближней инфракрасной области* (БИК). Калорийность: понятие и метод определения.

15. Вопрос 3. Методы определения пищевой ценности беспозвоночных: калорийность на 100 граммов сухой массы; содержание белка в % от сухой массы; состав и содержание аминокислот; %-ное содержание жиров и состав триглицеридов; состав микронутриентов — минеральных веществ, микроэлементов; состав основных витаминов (А, Е, группы В); количество и качество пищевых волокон и волокноподобных веществ. Преимущества использования беспозвоночных в пищевой промышленности.

16. Вопрос 1. Направления современного выращивания и разведения беспозвоночных в промышленных масштабах. Объём и география производства биомассы беспозвоночных. Аквакультура: морские и пресноводные беспозвоночные, выращиваемые для получения продукции. Наземные беспозвоночные: современные фермы по выращиванию улиток, насекомых, червей. Доля беспозвоночных в пищевой, перерабатывающей, медицинской отраслях.

17. Вопрос 2. Основные требования к выращиванию водных и наземных беспозвоночных внутриконтинентальных территорий: питательные субстраты, объем производственных площадей, температурный и световой режим. Эффективность выращивания беспозвоночных в зависимости от биологии видов, стоимости предлагаемых субстратов и общих затрат на содержание.

18. Вопрос 3. Допустимые и необходимые условия для выращивания беспозвоночных на личиночной и взрослой стадиях развития. Питательные субстраты: преимущества и экономическая целесообразность. Создание ферм, организация масштабного производства, экономические перспективы выращивания беспозвоночных.

19. Вопрос 1. Современные перспективные направления исследования беспозвоночных для реализации в практической экономике. Беспозвоночные в деструкции сложных полимерных соединений: сложных полисахаридов, искусственных пластических масс, кожи, животного и растительного белка для совершенствования методов утилизации отходов.

20. Вопрос 2. Методы выявления морфоадаптаций и локомоции беспозвоночных для инженерных исследований в разработке технических аппаратов, биопротезирования, в строительстве. Перспективы исследования биохимического состава беспозвоночных в

разработке пищи будущего, пищевых добавок, косметических средств, получении медицинских препаратов.

21. Вопрос 3. Методы и способы выявления и апробации новых свойств беспозвоночных животных для развития прикладных разработок практической экономики. Формирование внутреннего императива исследователя, направленного на выявление свойств изучаемого объекта живой природы для вероятного применения в практической экономике.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете “Moodle” - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских занятий по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Зоология беспозвоночных в двух томах. Том 1: от простейших до моллюсков и артропод / Вестхайде В., Ригер Р. ред. – М.: Т-во научных изданий КМК. 2008, – iv + 512 + iv с.

– Зоология беспозвоночных в двух томах. Том 2: от артропод до иглокожих и хордовых / Вестхайде В., Ригер Р. ред. – М.: Т-во научных изданий КМК. 2008, – iv + 513-935 + iii с.

– Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Варне Д. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты / Добровольский А.А., Грановича А.И. ред. – учебник для студ. вузов в 4 т. Т.1. Протисты и низшие многоклеточные. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 496 с.

– Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Варне Д. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты / Добровольский А.А., Грановича А.И. ред. – учебник для студ. вузов в 4 т. Т.2. Низшие целомические животные. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 448 с.

– Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты / Добровольский А.А., Грановича А.И. ред. – учебник для студ. вузов в 4 т. Т.3. Членистоногие. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 496 с.

– Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты / Малахов В.В. ред. – учебник для студ. вузов в 4 т. Т.4. Циклопиды, щупальцевые и вторичноротые. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 352 с.

– Крайзмер Л.П., Сочивко В.П. Бионика / Массовая радиобиблиотека, вып. 680. Издание 2-е переработанное и дополненное, – М.: Энергия, 1968. – 112 с.

– Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: мидии, устрицы, гребешки, раки, креветки / Супрунович А. В., Макаров Ю. Н.; Отв. ред. Золотарев В. Н.; АН УССР. Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского.— Киев : Наук, думка, 1990.—264 с—ISBN 5-12-001611-1

Жерарден Л. Бионика / Гусельников В.И., ред. – В мире науки и техники. – М.: Мир, 1971. – 232 с.

– Толстогузов В.Б. Искусственные продукты питания. Новый путь получения пищи и его перспективы. Научные основы производства. – М. «Наука», 1978. – 232 с.

- Скурихин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика: справочное издание. – М.: Высшая школа, 1991. – 288с.
- Селезнев В.П., Селезнева Н.В. Навигационная бионика. – М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
- Пастушенко В.Ф., Маркин В.С., Чизмаджев Ю.А. Бионика. Биокibernетика. Биоинженерия. Т.2. Основы теории возбудимых сред. – Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР. – М., 1977. – 124 с.
- Бионика. Биокibernетика. Биоинженерия. Т.1: Современные проблемы. Эколого-физиологический аспект. – Гос. ком. Совета Министров СССР по науке и технике. АН СССР. ВИНТИ. – М., 1973. – 22 с.
- Лебедев Ю.С., Рабинович В.И., Положай Е.Д., Жданов В.Ф., Брандт Г.В., Гациридзе О.А., Шарафин М., Антонян М.А., Пюрвеев Д.Б., Лазарев А.И., Мунякович А., Солери П., Вознесенский С.Б., Бюттнер О., Хампе Э. Темнов В.Г., Отто Ф., Буркхард Б., Дрюседау Х., ГрEFE Р., Хенике Ю., Оккенг Х., Шаур Э., Шмаль И., Шнейдер Р., Тивиссен К., Матеев М. Архитектурная бионика / Лебедев Ю.С. ред. – М.: Стройиздат, 1990. – 260 с.
- б) дополнительная литература:
 - Основы теории управления: Учебное пособие/А.П. Балашов - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 280 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=49191>
 - Агарков А.П. Экономика и управление на предприятии / А.П. Агарков [и др.]. – М.: Дашков и Ко, 2021. – 400 с.
 - Менеджмент: Учебник для бакалавров / Е. Л. Маслова. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и Ко”, 2022. – 336 с. – URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=51388>
 - Асадов Д.А., Сабиров Д.М., Тагиров Ч.И., Арипов Т.Ю., Стороженко О.Н., Буше Б. Методология разработки клинических руководств, основанных на принципах доказательной медицины / Ташкент: Центр Доказательной Медицины, ТашИУВ, 2005. – 63 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы
- Журнал “Эксперт” - <http://www.expert.ru>
- Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ - www.gsk.ru
- Официальный сайт Всемирного банка - www.worldbank.org
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>
- ... Электрон. учеб. пособие / Н. А. Войнов, Т. Г. Волова, Н. В. Зобова и др. ; под науч. ред. Т. Г. Воловой. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – (Современные проблемы и методы биотехнологии: УМКД № 1323-2008 / рук. творч. коллектива Т. Г. Волова). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – https://www.studmed.ru/voynov-na-volova-tg-zobova-nv-sovremennye-problemy-i-metody-biotechnologii_3b768f92064.html

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
 - Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Яндекс диск и т.п.).
- б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. –
 Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Чернышёв Сергей Эдуардович кандидат биол. наук, кафедра зоологии беспозвоночных БИ ТГУ, доцент