

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Эволюция сенсорных систем беспозвоночных Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биоресурсы и биоразнообразие

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Шакурова Н.В.

**Рецензент(ы):** Голубев А.И.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Сабилов Р. М.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Шакурова Н.В. (кафедра зоологии и общей биологии, Центр биологии и педагогического образования), ntlshakurova@gmail.com

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|------------------|---|
| ПК-1             | способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры |
| ПК-2             | способностью планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)  |

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- особенности строения и функционирования сенсорных систем беспозвоночных животных;
- основные механизмы сенсорной трансдукции;
- о современных достижениях в области сенсорной нейробиологии беспозвоночных;
- основные направления в эволюции сенсорных систем и закономерности их развития.

Должен уметь:

творчески использовать в научно-исследовательской деятельности знания основных принципов функционирования сенсорных систем и их эволюции

Должен владеть:

навыками поиска и анализа информации по разделам и темам курса, навыками вычленять интегративные признаки в сенсорных системах разной модальности и эволюционные стратегии развития и совершенствования сенсорных систем беспозвоночных

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания, умения и навыки для решения задач выбранного профиля магистерской программы

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Биоресурсы и биоразнообразии)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 48 часа(ов), в том числе лекции - 20 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 78 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N  | Разделы дисциплины / модуля  | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |  |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Введение. Сенсорная нейробиология - ее предмет, задачи и методы исследований. Сенсорные системы беспозвоночных: общая характеристика особенности организации и функционирования. | 3       | 4  | 4                    | 0                   | 12                     |
| 2. | Тема 2. Основные элементы сенсорных рецепторов.  | 3       | 4  | 4                    | 0                   | 14                     |
| 3. | Тема 3. Хеморецепция - эволюционно первичная сенсорная модальность.  | 3       | 2  | 6                    | 0                   | 14                     |
| 4. | Тема 4. Фоторецепция. Механизм фоторецепции.   | 3       | 2  | 4                    | 0                   | 20                     |
| 5. | Тема 5. Фоторецепторные органы различных типов животных.   | 3       | 4  | 6                    | 0                   | 8                      |
| 6. | Тема 6. Механо- и терморецепция.   | 3       | 4  | 4                    | 0                   | 10                     |
|    | Итого  |         | 20   | 28                   | 0                   | 78                     |

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Введение. Сенсорная нейробиология - ее предмет, задачи и методы исследований. Сенсорные системы беспозвоночных: общая характеристика особенности организации и функционирования.**

Чувствительность как общая характеристика живых систем. Основные сенсорные модальности и соответствующие им типы рецепторов: хемо-, фото-, механо-, терморецепторы. Альтернативные типологии рецепторов: экстеро-, интеро- и проприорецепторы, моно- и полимодальные рецепторы, дистантные и контактные рецепторы. Морфологическое разнообразие рецепторов и общие принципы их организации. Практические занятия: Вспомогательные структуры рецепторных органов. Современные взгляды на эволюцию рецепторных клеток, органов и сенсорных систем.

##### **Тема 2. Основные элементы сенсорных рецепторов.**

Сенсорный домен. Гомеостатический домен. Ионные основы потенциала покоя. Рецепторный и генераторный потенциалы. Электротоническая и импульсная передача сигнала. Потенциал действия.

Практические занятия: Молекулярные принципы сенсорной трансдукции. Два основных механизма сенсорной трансдукции: аделатциклазный и инозитольный пути

##### **Тема 3. Хеморецепция - эволюционно первичная сенсорная модальность.**

Контактная и дистантная хеморецепция. Механизм хеморецепции. Хемотаксис. Общие принципы строения хеморецепторов и хемосенсорных мембран. Феромоны: релизеры и телергоны. Аттрактанты, репелленты, аррестанты, стимулянты, детерренты. Особенности организации и функционирования хеморецепторных систем различных групп животных. Практические занятия: Хемочувствительность прокариот, простейших, кишечнорастворимых, плоских червей, нематод, аннелид, моллюсков и артропод. Морфологическая и функциональная классификация хемосенсорных сенсилл артропод (по Снодграссу Р., Детье В., Шнейдеру Д и Слайферу Е.). Основные тенденции в эволюции хеморецепторных органов

##### **Тема 4. Фоторецепция. Механизм фоторецепции.**

Фотопигменты. Эволюция опсинов. Основные типы фоторецепторов: цилиарные, рабдомерные, смешанного типа и эпигенозные. Их распределение среди основных типов Metazoa. Локализация светочувствительности: ресничный и микровиллярный домены.

Практические занятия: Дополнительные компоненты глаз? пигментные клетки, линза и т.д.

##### **Тема 5. Фоторецепторные органы различных типов животных.**

Особенности фоторецепции Sarcomastigophora. Основные черты строения фоторецепторных органов и тенденции их развития у кишечнорастворимых и плоских червей. Глаза Nemertini: церебральные и перичеребральные органы, их сходство и отличия с цефалическими и нецефалическими глазами глазами Annelida? ультраструктурный аспект. Глаза Mollusca? основные планы строения в пределах типа: интра- и экстрапигментальные глаза лорикат (Amphineura), цефалические и тентакулярные глаза гастропод., мантийные и сифональные оцелли бивальвий. Уникальность строения глаз Pectiniacea. Сложные глаза головоногих моллюсков. Arthropoda? омматидий, сложный фасеточный глаз насекомых, его функциональные возможности. Глаза иглокожих и мшанок.

Практические занятия: Гипотезы эволюции фоторецепторов: взгляды Р.Икина, Сальвини-Плавен и Майра, Розена.

### Тема 6. Механо- и терморцепция.

Механочувствительность клеточных мембран. Микровилли, жгутики, реснички, стереоцилии. Вспомогательные структуры: кутикулярные волоски, тимпанальная мембрана и т.п.

Кинестезические механизмы у членистоногих: рецепторы натяжения в мышцах ракообразных, равновесие в полете - сенсоры положения частей тела, механочувствительные сенсиллы насекомых ? типы и функции: волосковидные, колоколообразные, сколопидии, хордотональные органы.

Практические занятия: Осязательная чувствительность у насекомых: субгенуальные органы (детектирование колебаний водной среды), акустические сенсиллы, джонстонов орган (детектор вибрации). Тимпанальные органы: структура и функция ? коммуникация, детектирование жертвы и опасности.

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

#### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

| Этап             | Форма контроля          | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины |
|------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>Семестр 3</b> |                         |                         |                           |
|                  | <i>Текущий контроль</i> |                         |                           |

| Этап | Форма контроля     | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины   |
|------|--------------------|-------------------------|---|
| 1    | Письменная работа  | ПК-2                    | 1. Введение. Сенсорная нейробиология - ее предмет, задачи и методы исследований. Сенсорные системы беспозвоночных: общая характеристика особенности организации и функционирования.<br>2. Основные элементы сенсорных рецепторов.<br>3. Хеморецепция - эволюционно первичная сенсорная модальность. |
| 2    | Контрольная работа | ПК-1, ПК-2              | 4. Фоторецепция. Механизм фоторецепции.<br>5. Фоторецепторные органы различных типов животных.  |
| 3    | Коллоквиум         | ПК-2, ПК-1              | 6. Механо- и терморецепция.   |
|      | <b>Экзамен</b>     | ПК-1, ПК-2              |   |

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| Форма контроля          | Критерии оценивания   |  |  |   | Этап |
|-------------------------|---|--|--|---|------|
|                         | Отлично   | Хорошо   | Удовл.   | Неуд.   |      |
| <b>Семестр 3</b>        |   |  |  |   |      |
| <b>Текущий контроль</b> |   |  |  |   |      |
| Письменная работа       | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                                     | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.         | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                        | 1    |
| Контрольная работа      | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                                     | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.         | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                        | 2    |
| Коллоквиум              | Высокий уровень владения материалом по теме. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. | Средний уровень владения материалом по теме. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован средний уровень понимания материала.              | Низкий уровень владения материалом по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат освоен частично. Продемонстрирован удовлетворительный уровень понимания материала. | Неудовлетворительный уровень владения материалом по теме. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат не освоен. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень понимания материала. | 3    |

| Форма контроля | Критерии оценивания   |   |   |   | Этап |
|----------------|---|---|---|---|------|
|                | Отлично   | Хорошо  | Удовл.  | Неуд.   |      |
| <b>Экзамен</b> | Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. | Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. | Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |      |

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 3**

**Текущий контроль**

**1. Письменная работа**

Темы 1, 2, 3

1. Опишите механизм сенсорной трансформации по инозитольному пути

2. Свойствами сенсорных систем не являются:

А) высокий порог чувствительности, Б) затухание ответа на продолжительную стимуляцию, В) ?триггерный? механизм работы, Г) специфичность, Д) узкий динамический диапазон.

3. 5. Задание на соответствие. Сложность 1.

Рассортируйте предложенные характеристики и термины по следующим группам:

А) рецепторы Б) органы, В) системы

1) статоцист

2) создание зрительных образов

3) биофизический датчик

4) амфиды

5) ?слушать?

6) регистрация адекватного стимула

7) ?слышать?

4. Внесите обозначения в рисунок, обозначив домены локализации рецепторных белков, потенциал-зависимых Na<sup>+</sup> каналов, место передачи нервного сигнала.

5. При дефосфорилировании протеинфосфотазами сериновых, треониновых или тирозиновых остатков рецепторного белка наблюдается:

А) восстановление чувствительности, Б) сенсорная адаптация, В) сенситизация, Г) инактивация

6. Линзовая система глаза, ушная раковина ? приспособления для

А) усиления сигнала, Б) сжатия динамического диапазона, В) предопределения рода адекватной стимуляции, Г) ослабления сигнала

7. Объясните принцип электротонического проведения.
8. Какой ионный механизм обеспечивает реполяризацию мембраны после пика ПД?
9. Повышение количества холестерина в мембране вызывает
  - А) увеличение ее жесткости и уменьшение текучести, Б) возрастание латеральной подвижности мембранных белков, В) уменьшение ее вязкости и увеличение текучести, Г) снижение латеральной подвижности мембранных белков
10. Один или более ответов. (Сложность 1.):  
Выберите правильные последовательности событий при работе потенциал-зависимых Na<sup>+</sup>-каналов:
  - А) деполяризация мембраны → закрытие инактивирующего механизма,
  - Б) деполяризация → открытие активирующего механизма канала → движение катионов по градиенту, В) восстановление мембранного потенциала → закрытие инактивирующего механизма, Г) закрытие инактивирующего механизма → реполяризация мембраны.
11. Кратко расскажите о роли Ca<sup>2+</sup>-зависимых калиевых каналов в сенсорной адаптации
12. Приведите характеристику двух типов сенсорной адаптации: быстрой адаптации и медленной адаптации
13. Какому типу адаптации (быстрая/медленная) высокая частота первого залпа при включении стимула?
14. При каком типе адаптации адаптация не наступает до выключения стимула?
15. Распределение ионов относительно клеточной мембраны при формировании потенциала покоя (ПП):
  - А) K<sup>+</sup> внутри = 400 мМ, Na<sup>+</sup> вне = 440 мМ,
  - Б) Na<sup>+</sup> внутри = 440 мМ, K<sup>+</sup> вне = 20 мМ,
  - В) Cl<sup>-</sup> вне = 100 мМ, Cl<sup>-</sup> внутри = 560 мМ,
  - Г) K<sup>+</sup> вне = 20 мМ, Na<sup>+</sup> внутри = 50 мМ
16. Что такое ?сенсорный порог?? Охарактеризуйте пороги чувствительности разных сенсорных систем.
17. Опишите последовательность изменений, Na<sup>+</sup> -токов (I<sub>Na</sub>) при развитии потенциала действия.

## 2. Контрольная работа

Темы 4, 5

1. Хеморецепция бактерий. Общие сведения.
2. Расшифруйте график:
  - а) какой фрагмент графика указывает на введение в среду аттрактанта;
  - б) при каких условиях частота тамблингов возрастает?
  - в) дайте определение тамблинга
3. Приведите классификацию феромонов по результату действия по схеме:  
- Аттрактанты ? привлекающие феромона, вызывают положительную таксисную реакцию;  
-.....
4. Объясните, что изображено на рисунке. Составьте легенду, обозначив все известные вам элементы.
5. Особенности хеморецепции у моллюсков. Общие сведения.
6. На рисунке изображены траектории движения бактерии в разных средах. Охарактеризуйте особенности среды и характера движения бактерии в ней на рисунках 1А и 1Б
7. Эволюционные тенденции развития ольфакторных органов у насекомых.
8. Тип сенсиллы, изображенной на микрофотографии? Ее функция?
9. Особенности хеморецепции у Nematoda. Общие сведения.
10. Поясните, что изображено на электронограмме, указав модальность изображенных структур, морфологическую группу, функцию, где встречается.
11. Опишите ультраструктурные особенности вкусовых сенсилл у насекомых
12. У какой группы организмов осуществляется сенсорная трансдукция по приведенному варианту? Поясните буквенные сокращения на рисунке.
13. Сравните строение церебральных органов немуртин и нухальных органов аннелид.
14. Какой хеморецепторный орган изображен на рисунке? У кого встречается? Впишите обозначения к рисунку.
15. Назовите места расположения контактных хемосенсилл у насекомых. В чем отличие в их локализации от ольфакторных?



### 3. Коллоквиум

#### Тема 6

Вопросы для обсуждения:

1. Механочувствительность клеточных мембран.
2. Механочувствительные сенсиллы насекомых ? типы и функции
3. Кинестезические механизмы у членистоногих
4. Вспомогательные структуры механорецепторов.
5. Тимпанальные органы: структура и функция.

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Общие черты сенсорных систем
2. Модальность. Классификация органов чувств.
3. Особенности морфологии рецепторных клеток.
4. Сенсорный домен. Гомеостатический домен.
5. Потенциал покоя. Ионные основы.
6. Мембранные сигнальные системы. G-белки.
7. Мембранные сигнальные системы. Эффекторы и вторичные мессенджеры
8. Молекулярные принципы сенсорной трансдукции.
9. Основные сенсорные модальности и типы рецепторов.
10. Аделатциклазный механизм сенсорной трансдукции
11. Инозитолный механизм сенсорной трансдукции
12. Свойства рецепторов.
13. Взгляды Детье В.Дж. на эволюцию сенсорных органов.
14. Концепция эволюции рецепторных клеток Я.А. Винникова.
15. Хемотаксис.
16. Контактная и дистатная хеморецепция..
17. Молекулярные основы хеморецепции.
18. Феромоны: релизеры и телергоны.
19. Атрактанты, репеленты, аррестанты, стимулянты, детерренты.
20. Особенности хеморецепции прокариот.
21. Особенности организации хеморецепторных систем кишечнорастных.
22. Особенности организации хеморецепторных систем плоских червей.
23. Особенности организации хеморецепторных систем нематод.
24. Особенности организации хеморецепторных систем аннелид.
25. Особенности организации хеморецепторных систем моллюсков.
26. Особенности организации хеморецепторных систем артропод.
27. Морфологическая классификация хемосенсорных сенсилл артропод.
28. Функциональная классификация хемосенсорных сенсилл артропод.
29. Основные тенденции эволюции хеморецепторных органов.
30. Цилиарные и рабдомерные фоторецепторы.
31. Эпигенозные фоторецепторы и фоторецепторы смешанного типа.
32. Закономерности распределения разных типов фоторецепторов среди основных групп Metazoa.
33. Локализация светочувствительности: ресничный и микровиллярный домены.
34. Механизм фоторецепции.
35. Эволюция фоторецепторных органов в ряду Metazoa.
36. Особенности фоторецепции Sarcostigophora
37. Гипотезы эволюции фоторецепторов: взгляды Р.Икина, Сальвини-Плавен, Розена
38. Дополнительные компоненты глаз.
39. Основные черты строения фоторецепторных органов и тенденции их развития у кишечнорастных и плоских червей.
40. Глаза Nemertini: сравнение с глазами Annelida.
41. Глаза Mollusca ? основные планы строения в пределах типа
42. Уникальность строения глаз Pectiniacea.
43. Сложные глаза головоногих моллюсков.
44. Arthropoda ? омматидий, сложный фасеточный глаз насекомых
45. Эволюция глаз: основные тенденции и направления эволюции
46. Механочувствительность клеточных мембран.

47. Механочувствительные сенсиллы насекомых ? типы и функции
48. Кинестезические механизмы у членистоногих
49. Вспомогательные структуры механорецепторов.
50. Тимпанальные органы: структура и функция.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

| Форма контроля          | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций  | Этап | Количество баллов |
|-------------------------|--|------|-------------------|
| <b>Семестр 3</b>        |  |      |                   |
| <b>Текущий контроль</b> |  |      |                   |
| Письменная работа       | Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.  | 1    | 20                |
| Контрольная работа      | Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.   | 2    | 16                |
| Коллоквиум              | На занятии обучающиеся выступают с ответами, отвечают на вопросы преподавателя, обсуждают вопросы по изученному материалу. Оцениваются уровень подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.   | 3    | 14                |
| <b>Экзамен</b>          | Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. |      | 50                |

#### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

##### 7.1 Основная литература:

Дегтяр В.П., Нормальная физиология : учебник / Под ред. В. П. Дегтярёва - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/KP-2016-01.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

Дегтярев В.П., Нормальная физиология. Типовые тестовые задания / под ред. В.П. Дегтярева - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 672 с. - ISBN 978-5-9704-2932-7 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429327.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

##### 7.2. Дополнительная литература:

Брин В.Б., Нормальная физиология : учебник / под ред. Б. И. Ткаченко. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 688 с. - ISBN 978-5-9704-3664-6 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436646.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Биология сенсорных систем - <http://humbio.ru/humbio/ssb/00000aa0.htm>

Журнал "Сенсорные системы"(электронная версия) - <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8212>

Сенсорные рецепторы: общие сведения - [http://medbiol.ru/medbiol/plus\\_ner/0008b327.htm](http://medbiol.ru/medbiol/plus_ner/0008b327.htm)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ              | Методические рекомендации   |
|------------------------|---|
| лекции                 | Работа на лекционных занятиях предполагает активное участие студентов в обсуждении отдельных вопросов по темам курса, возникающих при интерактивной форме работы преподавателя с аудиторией. При проработке лекционного материала рекомендуется выделять проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях   |
| практические занятия   | Практические работы выполняются в объеме, предусмотренным учебным планом. На выполнение практической лабораторной работы отводится 2 академических часа. При этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ. Каждый студент ведет рабочие записи, где фиксируются основные тезисы обсуждаемой темы и их обоснование, приводятся примеры, а также фиксируются задаваемые в ходе обсуждения вопросы и ответ на них. Все рабочие записи следует делать в тетради по ходу изложения сообщений по текущей теме. Для проверки академической активности и качества работы студента информация записей и комментарии к выступлениям могут быть использованы с разрешения преподавателя в ходе обсуждения ситуационных задач и поиска их решения.   |
| самостоятельная работа | Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине на учебных занятиях проводится под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер имеют вариативный и дифференцированный характер, учитывают специфику курса. Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется в двух формах: самоконтроль и самооценка обучающегося; контроль и оценка со стороны преподавателя. Основными видами аудиторной самостоятельной работы являются: выполнение практических работ ; работа с литературой и другими источниками информации, в том числе электронными; само - и взаимопроверка выполненных заданий; решение проблемных и ситуационных задач. Работа с литературой, другими источниками информации, в т.ч. электронными реализуется в соответствии с поставленным вопросом/проблемой и определенным временем, выделенным на проработку документа и форму отчетности. Решение проблемных и ситуационных задач используется на практическом занятии. Проблемная/ситуационная задача имеет четкую формулировку, к ней поставлены вопросы, ответы на которые необходимо найти и обосновать. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия с целью: овладения знаниями, закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над теоретическим материалом; составление таблиц для систематизации учебного материала; для формирования умений: решение ситуационных задач, моделирование элементов профессиональной деятельности |
| письменная работа      | При выполнении письменной работы необходимо проанализировать учебную и научную литературу по обозначенным преподавателем темам. Знать и уметь изложить суть основных методов исследований, используемых в сенсорной нейробиологии. Необходимо дать общую характеристику основных сенсорных модальностей, выделить особенности организации сенсорных систем, детально описать основные элементы сенсорных рецепторов и механизмы сенсорной трансдукции. Для визуализации излагаемой информации необходимо представить схемы, поясняющие сказанное  |

| Вид работ          | Методические рекомендации  |
|--------------------|--|
| контрольная работа | Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области нейросенсорики и ее эволюции у беспозвоночных. Контрольная работа как вариант промежуточного контроля предлагается преподавателем только после изучения определённого перечня тем дисциплины. Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы: 1. закрепление полученных ранее теоретических знаний; 2. выработка навыков самостоятельной работы. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела курса, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций. Контрольные выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Охват тем контрольной работы известен заранее (объявлен преподавателем). Преподаватель готовит задания либо по вариантам. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты и т.п. Выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя. Ключевым требованием при подготовке контрольной работы является умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы |
| коллоквиум         | Коллоквиум является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области эволюции сенсорных систем. Коллоквиум как вариант промежуточного контроля предлагается преподавателем только после изучения определённого перечня тем дисциплины. Задачи, стоящие перед студентом при подготовке к коллоквиуму: 1. закрепление полученных ранее теоретических знаний; 2. выработка навыков самостоятельной работы. Подготовку к коллоквиуму следует начинать с повторения соответствующего раздела курса, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций. Коллоквиум может включать темы для обсуждения пройденного теоретического материала, а также кейс-задания, ситуационные задачи и т.п. Ключевым требованием при подготовке к коллоквиуму выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, чётко и логично излагать свои мысли.  |
| экзамен            | При подготовке к экзамену необходимо опираться на лекции, на информацию, полученную на практических занятиях в ходе обсуждения вопросов организации и эволюции сенсорных систем различной модальности у беспозвоночных. Экзамен проводится устно или письменно по решению преподавателя, в объёме учебной программы. Преподаватель вправе задать дополнительные вопросы, помогающие выяснить степень знаний обучающегося в пределах учебного материала, вынесенного на экзамен. В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка обучающегося к экзамену включает в себя три этапа: - самостоятельная работа в течение процесса обучения; - непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса; - подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах/тестах (при письменной форме проведения экзамена).   |

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Эволюция сенсорных систем беспозвоночных" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Эволюция сенсорных систем беспозвоночных" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Биоресурсы и биоразнообразие".