

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан биологического факультета МГУ

Академик

М.П.Кирпичников

2015 г.



### Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **«Коммуникация насекомых»**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – **Энтомология**.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (весенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре энтомологии)
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции<br>(код компетенции)                                                                                                                                                                   | Планируемые результаты обучения по дисциплине<br>(модулю)                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1: <i>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i> | <b>Владеть:</b><br>навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях<br>Код В1 (УК-1)<br><b>Владеть:</b><br>навыками критического анализа и оценки современных научных |



|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Код <b>B2 (УК-1)</b></p>                                                                                                                                                                     |
| <p><b>УК-2</b></p> <p><i>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.</i></p>   | <p><b>Знать:</b></p> <p>методы научно-исследовательской деятельности</p> <p>Код <b>31 (УК-2)</b></p>                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>УК-3:</b></p> <p><i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i></p>                                                                             | <p><b>Владеть:</b></p> <p>технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке</p> <p>Код <b>B2 (УК-3)</b></p>                                                                                                                        |
| <p><b>УК-4:</b></p> <p><i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i></p>                                                                                                    | <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках</p> <p>Код <b>B1 (УК-4)</b></p> <p><b>Знать:</b></p> <p>стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках</p> <p>Код <b>32 (УК-4)</b></p> |
| <p><b>ОПК-1</b></p> <p><i>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i></p> | <p><b>Уметь:</b></p> <p>собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа</p>                                                                                                                                                                                                 |

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.



6. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 академических часа, из которых 24 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часа занятий лекционного типа) и 48 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий и написание реферата).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: общую энтомологию, физиологию насекомых, этологию насекомых, экологию (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах, касающихся коммуникации насекомых, и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу о коммуникации насекомых, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

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



| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Всего (часы ) | В том числе                                                                |                           |                        |                             |                                                                                                                                  |                                                  |                             |                             |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них |                           |                        |                             |                                                                                                                                  | Самостоятельная работа обучающегося, часы из них |                             |                             |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               | Занятия лекционного типа                                                   | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)* | Всего                                            | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератов и т.п. | Всего |
| <b>ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КОММУНИКАЦИИ НАСЕКОМЫХ.</b><br>Основные понятия и определения.<br>Детектирование и дискриминация сигналов.<br>Межвидовая и внутривидовая коммуникация.<br>Коммуникация и шум. Эволюция коммуникационных систем. Использование данных о коммуникации насекомых для разработки новых методов управления поведением и контроля численности вредителей и переносчиков возбудителей заболеваний. | 14            | 1                                                                          |                           |                        |                             |                                                                                                                                  | 1                                                | 6                           |                             | 6     |
| <b>ТАКТИЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ.</b> Типы тактильных сигналов. Использование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2             | 1                                                                          |                           |                        |                             |                                                                                                                                  | 1                                                | 6                           |                             | 6     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |   |  |  |  |  |   |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|--|--|--|--|---|----|----|----|
| <p>тактильных стимулов в защитном и брачном поведении, общественными насекомыми. Органы, участвующие в эмиссии и приеме тактильных сигналов. Обработка тактильных стимулов в нервной системе.</p>                                                                                                                           |    |   |  |  |  |  |   |    |    |    |
| <p><b>ЗРИТЕЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ.</b> Обзор визуальных сигналов. Использование визуальных сигналов в брачном, защитном и пищевом поведении. Обработка визуальных сигналов в нервной системе</p>                                                                                                                                | 32 | 8 |  |  |  |  | 8 | 18 |    | 18 |
| <p><b>АКУСТИЧЕСКАЯ КОММУНИКАЦИЯ.</b> Механизмы эмиссии акустических сигналов. Акустическая коммуникация в защитном, брачном, пищевом поведении. Понятие акустической ниши. Акустическая коммуникация общественных насекомых. Обработка акустических сигналов в нервной системе. Распознавание конспецифических сигналов</p> | 20 | 8 |  |  |  |  | 8 | 18 |    | 18 |
| <p><b>ХИМИЧЕСКАЯ КОММУНИКАЦИЯ.</b> Сигнальные химические вещества в межвидовых отношениях. Внутривидовая химическая коммуникация. Феромоны. Периферические и центральные механизмы восприятия и распознавания сигнальных химических веществ нервной системой.</p>                                                           | 18 | 6 |  |  |  |  | 6 |    | 24 | 24 |



|                                  |    |    |  |  |  |  |    |    |    |    |
|----------------------------------|----|----|--|--|--|--|----|----|----|----|
| Промежуточная аттестация - зачет |    |    |  |  |  |  |    |    |    |    |
| Итого:                           | 72 | 24 |  |  |  |  | 24 | 48 | 24 | 72 |

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Clowden M.J. Physiological systems in insects. 3th edition. Amsterdam etc.: Academic Press. 2013. 686 p.
2. Мазохин-Поршняков Г.А. Зрение насекомых. М.: Наука, 1965. 263 с.
3. Insect hearing and acoustic communication. Eds. B.Hedwig. Berlin, Heidelberg: Springer. 2014. 222 p.
4. Жантеев Р.Д. Биоакустика насекомых. М.: Изд-во МГУ, 1981. 256 с.
5. Елизаров Ю.А. Хеморецепция насекомых. М.: Изд-во МГУ, 1978. 232 с.
6. Скиркявичюс А. В. Феромонная коммуникация насекомых Вильнюс: Мокслас. 1986. 289 с.
7. Руководство по физиологии органов чувств насекомых. М.: Изд-во МГУ, 1983. 262 с.

Дополнительная литература

1. Dyer F.C. The biology of the dance language. *Annu. Rev. Entomol.* 2002. 47:917–49
2. Insect Sounds and Communication: Physiology, Behaviour, Ecology, and Evolution. Eds: S.Drosopoulos, M.F. Claridge. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis group. 2006. 532 p.
3. Conner W.E., Corcoran A.J. Sound Strategies: The 65-Million-Year-Old Battle Between Bats and Insects // *Annu. Rev. Entomol.* 2012. V. 57. P. 21–39
3. Корсуновская О. Кодирование видоспецифической информации в звуковых сигналах кузнечиков (orthoptera, tettigoniidae) // *Trudy Труды РЭО.* — 2005. — Т. 76. — С. 141–153
4. Корсуновская О.С. Звуковая сигнализация кузнечиковых (Orthoptera, Tettigonioidea). Сообщение 2 // *Зоол. Ж.*, — 2009. — Т. 88, № 1. — С. 18–22
5. Dettner K, Liepert C: Chemical mimicry and camouflage, *Annu Rev Entomol* 39:129–154, 1994.
6. Lewis S.M., Cratsley C.R. Flash signal evolution, mate choice, and predation in fireflies // *Annu. Rev. Entomol.* 2008. Vol. 53. P. 293–321



7. Лебедева К. В., Миняйло В. А., Пятнова Ю. Б., Феромоны насекомых, М.: Наука. 1984. 269 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<https://books.google.ru/books?id=WDPABAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

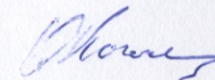
Интернет-браузер, базы данных PubMed (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), базы данных о феромонах: <http://www.pherobase.com>; звуки насекомых: <http://entnemdept.ifas.ufl.edu/walker/buzz/>

Описание материально-технической базы.

Кафедра энтомологии биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): старший научный сотрудник каф. энтомологии, д.б.н. Корсуновская О.С.





**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Коммуникация насекомых»  
на основе карт компетенций выпускников**

| РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ<br>по дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                     | КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ<br>ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА<br>ОБУЧЕНИЯ<br>по дисциплине (модулю), баллы БРС |      |       |       |        | ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|--------|--------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                  | 1,                                                                                              | 2    | 3     | 4     | 5      |                                                  |
| <b>Владеть:</b><br>навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях<br>Код В1 (УК-1)                                          | 0                                                                                               | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, реферат, зачет   |
| <b>Владеть:</b><br>навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях<br>Код В2 (УК-1) | 0                                                                                               | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - - индивидуальное собеседование, реферат, зачет |
| <b>Знать:</b><br>методы научно-исследовательской деятельности<br>Код З1(УК-2)                                                                                                                                                    | 0                                                                                               | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, реферат, зачет   |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                  | 0                                                                                               | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, реферат,         |



|                                                                                                                                                                                |   |      |       |       |        |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|-------|-------|--------|----------------------------------------------------------|
| технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке<br>Код В2(УК-3)        |   |      |       |       |        | <i>зачет</i>                                             |
| <b>Знать:</b><br>стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках<br>Код 32(УК-4) | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, реферат,<br><i>зачет</i> |
| <b>Владеть:</b><br>навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках<br>Код В1(УК-4)                                                                    | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, реферат,<br><i>зачет</i> |
| <b>Уметь:</b><br>собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа                                                  | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, реферат,<br><i>зачет</i> |



### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

#### **Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):**

1. Коммуникация как система связи. Понятия информации, сигнала, канала связи, источника и приемника сигнала.
2. Использование тактильных стимулов в защитном и брачном поведении. Типы тактильных сигналов, органы, участвующие в эмиссии и приеме тактильных сигналов.
3. Коммуникация у жуков-светляков. Использование световых стимулов в пищевом поведении.
4. Акустические системы связи у наземных и водных насекомых.
5. Механизмы эмиссии звуковых и вибрационных сигналов. Звуковые органы. Органы, продуцирующие вибрационные сигналы
6. Использование звуковых сигналов для регуляции внутрипопуляционных отношений. Понятие акустической ниши.
7. Фонотаксис, звуковой (вибрационный) ответ. Акустическая ориентация.
8. Гипотезы распознавания акустических сигналов у насекомых.
9. Практическое применение данных биоакустики насекомых.
10. Использование сигнальных веществ в межвидовых взаимоотношениях. Алломоны, кайромоны, синомоны



11. Функциональные типы и химическое строение феромонов.
12. Роль феромонов в регуляции развития, внутрипопуляционных взаимоотношений, пищевом и брачном поведении.
13. Эндо- и экзогенные факторы, влияющие на восприятие химического сигнала
14. Периферические и центральные механизмы восприятия и распознавания сигнальных химических веществ нервной системой.
15. Использование феромонов для управления поведением хозяйственно важных видов



**ПРОГРАММА**  
**зачета по спецкурсу «Коммуникация насекомых»**

**ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КОММУНИКАЦИИ НАСЕКОМЫХ.**

Предмет «Коммуникация насекомых». Основные понятия и определения: коммуникация, система связи, информация, сигнал, канал связи, источник и приемник сигнала. Детектирование и дискриминация сигналов. Межвидовая и внутривидовая коммуникация. Коммуникация и шум. Эволюция коммуникационных систем. Эволюция сигнала и эволюция приемника сигнала. Коэволюция источника и приемника сигнала. Разные подходы к изучению коммуникационных систем (исследование механизмов, лежащих в основе коммуникации, онтогенетический, функциональный, филогенетический). Теоретическое и практическое значение исследования коммуникации насекомых. Использование данных о коммуникации насекомых для разработки новых методов управления поведением и контроля численности вредителей и переносчиков возбудителей заболеваний. Классические работы А.Фабра, К.Фриша

**ТАКТИЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ**

**Особенности поведения при тактильной коммуникации.** Использование тактильных стимулов в защитном и брачном поведении. Тактильная коммуникация у общественных насекомых. Типы тактильных сигналов, органы, участвующие в эмиссии и приеме тактильных сигналов.

**Обработка тактильной информации нервной системой.** Механорецепторы, воспринимающие тактильные стимулы. Нейронные механизмы реакции избегания.

**ЗРИТЕЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ**

**Обзор визуальных сигналов.** Информативные элементы визуальных сигналов. Сигнальная окраска. Предупреждающая окраска. Демонстрационные движения. Брачные подарки.

**Использование визуальных сигналов в брачном поведении.** Брачные подарки. Коммуникация у жуков-светляков. Демонстрационные полеты и особенности прекопуляционного поведения у прямокрылых.

**Использование визуальных сигналов в защитном и пищевом поведении.** Зрительная мимикрия у чешуекрылых, жесткокрылых, богомолов. Демонстрационные движения. Привлекающее свечение у жесткокрылых и двукрылых. Роль восприятия ультрафиолета для поиска кормового растения. Зрительная ориентация.

**Обработка визуальных сигналов в нервной системе.** Морфофункциональная организация фасеточных глаз. Проекция внешнего мира на растр зрительных клеток. Оптические ганглии и типы их интернейронов. Сигналы зрительных клеток и оптических интернейронов.



Латеральное торможение, детектирование признаков. Восприятие формы, размеров и объема. Цветовое зрение. Чувствительность к ультрафиолету.

### **АКУСТИЧЕСКАЯ КОММУНИКАЦИЯ**

**Механизмы эмиссии акустических сигналов.** Механизмы эмиссии звуковых и вибрационных сигналов. Стридуляция, тимбальный, пневматический, крыловой и ударный механизмы. Крепитация, мышечная активность, тремуляция. Звуковые органы. Органы, продуцирующие вибрационные сигналы. Нейронные основы эмиссии акустических сигналов. Особенности акустической сигнализации у представителей разных отрядов насекомых.

**Акустическая коммуникация в защитном, брачном, пищевом, территориальном поведении. Понятие акустической ниши.** Использование звуковой сигнализации в отношениях хищник-жертва (чешуекрылые, богомолы, мухи-тахины). Сигналы протеста. Акустическая мимикрия. Использование звуковой (вибрационной) сигнализации в брачном поведении. Информативные параметры акустических сигналов. Хоровое пение. Альтернатива. Самцы-сателлиты. Критерии выбора полового партнера. Генетические аспекты акустической коммуникации прямокрылых и двукрылых. Использование звуковых сигналов для регуляции внутривидовых отношений. Понятие акустической ниши. Помехозащищенность акустических сигналов. Поведение насекомых при восприятии акустического сигнала. Фонотаксис, звуковой (вибрационный) ответ. Акустическая ориентация. Функции звуковой и вибрационной компоненты при локализации источника сигнала.

**Акустическая коммуникация общественных насекомых.** Акустическая коммуникация ос, пчел, муравьев, термитов. Звуковые сигналы социальных паразитов.

**Обработка акустических сигналов в нервной системе. Распознавание конспецифических сигналов.** Специализация рецепторов (хордотональных сенсилл) в слуховых органах. Центральные слуховые нейроны и их функциональные характеристики. Обработка акустической информации в ЦНС насекомых. Возможные механизмы выделения из шума и опознания конспецифических сигналов. Пространственный слух. Механизмы восприятия и обработки акустической информации в периферических и центральных отделах нервной системы. Гипотезы распознавания акустических сигналов у насекомых. Практическое применение данных биоакустики насекомых. Акустические аттрактанты, ловушки, репелленты. Акустический фон биотопа как индикатор биологического разнообразия. Использование биоакустических данных для решения таксономических задач.

### **ХИМИЧЕСКАЯ КОММУНИКАЦИЯ**

**Сигнальные химические вещества в межвидовых отношениях.** Особенности химической коммуникации. Использование сигнальных веществ в межвидовых взаимоотношениях. Функции алломонов, кайромонов, синомонов.



**Внутривидовая химическая коммуникация. Феромоны.** Типы феромонов. Роль феромонов в регуляции развития, внутривидовых взаимоотношений, пищевом и брачном поведении. Характеристика источников феромонов. Химическое строение феромонов. Особенности выделения феромонов. Роль гормонов в регуляции выделения феромонов. влияние питания на выделение феромона. Влияние возраста на выделение феромона. Способы использования феромонов для сигнализации. Прямая передача химического сигнала. Передача сигнала через посредника. Поведение насекомого при восприятии химического сигнала. Использование феромонов для управления поведением хозяйственно важных видов. Методология изучения химической коммуникации, выделения, идентификации, синтеза и определения активности феромонов.

**Периферические и центральные механизмы восприятия и распознавания сигнальных химических веществ** нервной системой. Общая характеристика хеморецепторных органов насекомых, категории хеморецепции. Типы хеморецепторных сенсилл. Особенности ультраструктуры вкусовых и обонятельных сенсилл насекомых, концевые поры и поро-трубчатая система кутикулярных отделов сенсилл. Электрофизиология хеморецепторных сенсилл. Периферические и центральные механизмы восприятия и распознавания сигнальных химических веществ нервной системой. Особенности строения антеннальных долей дейтоцеребрума у общественных перепончатокрылых. Роль грибовидных тел. Эндо- и экзогенные факторы, влияющие на восприятие химического сигнала.