**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение**

**«Средняя общеобразовательная школа № 198»**

Программа элективного курса для учащихся старших профильных классов

«ПОЧЕМУ КОМАРЫ ЖУЖЖАТ И КУСАЮТСЯ?»

Составитель:

Видяйкина Н.С. –

учитель биологии,

МБОУ «СОШ №198»

Северск – 2022

**Пояснительная записка.**

Программа данного элективного курса предназначена для обучающихся в старшей школе, интересующихся исследовательской деятельностью, а также одаренных учащихся, и направлена на формирование оргдеятельностных качеств учащихся - способность осознания целей учебно-исследовательской деятельности, умения поставить цель и организовать ее достижение, а также креативных (творческих) качеств - вдохновленность; коммуникативных качеств, обусловленных необходимостью взаимодействовать с другими людьми, с объектами окружающего мира и его информацию; выполнять различные социальные роли в группе и коллективе.

Элективный курс предназначен для учащихся старших классов и рассчитан на 13 часов. Он ориентирован на продолжения формирования исследовательских навыков, интереса к биологии, на расширение и углубление знаний. Он позволяет учесть интересы учащихся, их дальнейшие профессиональные намерения, сделать обучение интереснее и в итоге получить более высокие результаты.

*Основные цели элективного курса*: углубить, расширить и систематизировать базовые знания учащихся о кровососущих комарах и акустике; овладеть умениями проведения экспериментальных исследований для изучения акустических характеристик имаго комаров *р.* *Anopheles.*

*Задачи:*

1. Познакомить учащихся с общими терминами акустики: звук, частота звука, сила звука, обертоны (гармоники), единицы измерения силы звука (Дб), частота звука (Гц); изучить жизненный цикл малярийного комара, отличительные признаки самки от самца.
2. Изучить заболевания, которые переносят малярийные комары и их опасность; значимость изучения акустических характеристик малярийных комаров.
3. Продолжить формирование исследовательских умений при снятии акустических характеристик малярийных комаров.
4. Продолжить формировать научный интерес к биологическим наука, которые помогут осознанно выбрать свою будущую и профессиональную деятельность.

*Ожидаемые результаты:*

1. Развивающие: совершенствование умений наблюдать, сравнивать, анализировать, делать выводы по результатам наблюдения, систематизировать теоретические знания; использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности при снятии акустических характеристик малярийных комаров (подготовка насекомого к снятию частотных характеристик, работа с оборудованием для записи акустических характеристик и обработка их с помощью специального программного обеспечения); развитие умений искать необходимую информацию в различных источниках и анализировать ее; развитие способностей написания научного текста при оформлении исследовательской работы в виде реферата, статьи.
2. Образовательные: в процессе изучения курса, учащиеся усваивают знания о следующих терминах по акустике: звук, частота звука, сила звука, обертоны (гармоники), единицы измерения силы звука (Дб), частота звука (Гц); актуализируют и углубляют знания о кровососущих комарах, заболеваниях, которые переносят малярийные комары; познакомиться с оборудованием для снятия акустических характеристик комаров и методикой выполнения практической части работы.
3. Воспитательные: воспитание у учащихся ответственного отношения к своему здоровью и окружающим; формирование интереса к биологическим наукам, которые могут повлиять на осознанный выбор своей будущей и профессиональной деятельности.

*Тематическое планирование элективного курса «В мире кровососущих комаров»*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № занятия | Тема занятия | Теоретические занятия | Практические занятия |
| 1 | *Введение (1ч)* |  |  |
|  | 1.1. Элективный курс. Цели и задачи курса, структура. Значимость | 1ч |  |
| 2 | *Общие вопросы по кровососущим комарам и акустике (2ч)* |  |  |
|  | 2.1. Жизненный цикл малярийного комара, отличительные признаки самки от самца, заболевания, которые переносят малярийные комары и их опасность. | 1ч |  |
|  | 2.2. Звук, частота звука, сила звука, обертоны (гармоники), единицы измерения силы звука (Дб), частота звука (Гц). | 1ч |  |
| 3 | *Знакомство с и оборудование для снятия акустических характеристик комаров* | 0,5ч | 1ч |
| 4 | *Знакомство с методикой снятия акустических характеристик малярийных комаров.* | 0,5ч | 3ч |
| 5 | *Практическая работа «Снятие акустических характеристик комаров»* |  | 5ч |

Содержание элективного курса «В мире кровососущих комаров», представленное в планировании.

Тема 1. *Введение в элективный курс «В мире кровососущих комаров»* (2 ч)

**Методы проведения занятия**: лекция, беседа с применением ИКТ

Элективный курс. Цели и задачи элективного курса. Структура курса. Основное содержание тем. Исследовательская деятельность. Значимость изучения данной темы.

Тема 2. *Общие вопросы по кровососущим комарам и акустике* (2 ч)

**Методы проведения занятия:** лекция, беседа с применением ИКТ

Обобщить и систематизировать знания по кровососущим комарам, жизненный цикл малярийного комара, отличительные признаки самки от самца, изучить заболевания, которые переносят малярийные комары и их опасность;

Дать определения терминам: звук, частота звука, сила звука, обертоны (гармоники), единицы измерения силы звука (Дб), частота звука (Гц).

Тема 3. *Знакомство с и оборудование для снятия акустических характеристик комаров* (1,5 ч)

Познакомиться с оборудованием для снятия акустических характеристик комаров.

Тема 4. *Знакомство с методикой снятия акустических характеристик малярийных комаров* (3,5 ч)

Изучить методику работы при снятии акустических характеристик. Отработка действий в соответствии с последовательностью снятия акустических характеристик.

Тема 5. *Выполнение практической части исследования* (5ч)

Практические работы. Подготовка насекомого к снятию частотных характеристик, работа с оборудованием для записи акустических характеристик и обработка их с помощью специального программного обеспечения.

**Рекомендуемая литература для учителя:**

1. Жантиев Р.Д. Биоакустика насекомых. М.: Изд-во МГУ, 1981. 256 с.

2. Гуцевич А.И., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. Комары семейства Culicidae // Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Л.: Наука, 1970. Т. 3. Вып. 4. 384 c.

3. Виноградова Е. Б. городские комары, или «Дети подземелья», (Серия «Разнообразие животных». Вып. 2). Москва – Санкт-Петербург: Т-во научных изданий КМК. 2005 г. 96 с.

4. Перевозкин В. П., Бондарчук С. С., Иваницкий А. Е., Петрова Н. В. Акустические характеристики малярийных комаров комплекса *Anopheles maculipennis* // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования», 2015. – № 3 (Режим доступа: //www.science-education.ru.

5. Попов А.В., 1985. Акустическое поведение и слух насекомых. – Л.: изд.-во «Наука», 256 с.

6. Бертрам С. М., Джонсон Л. А., Кларк Д., Чиф К. Электронная система для регистрации общего времени, продолжительности и уровня звуковых сигналов, издаваемых насекомыми // Электронный журнал «Техническая акустика». – 2004, 20. URL: <http://ejta.org/ru/bertram1>.

7. Виноградова Е. Б. Комары комплекса Culex pipiens в России (таксономия, распространение, экология, физиология, генетика, практическое значение и контроль). СПб.: Изд - во Зоологического института РАН, 1997. - 307 с.

8. Гуцевич А.И., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. Комары семейства Culicidae // Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Л.: Наука, 1970. Т. 3. Вып. 4. 384 c.

**Рекомендуемая литература для учащихся:**

1. Попов А.В., 1985. Акустическое поведение и слух насекомых. – Л.: изд.-во «Наука», 256 с.

2. Перевозкин В. П., Бондарчук С. С., Иваницкий А. Е., Петрова Н. В. Акустические характеристики малярийных комаров комплекса Anopheles maculipennis // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования», 2015. – № 3 (Режим доступа: //www.science-education.ru

3. Гуцевич А.И., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. Комары семейства Culicidae // Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Л.: Наука, 1970. Т. 3. Вып. 4. 384 c.

4. Виноградова Е. Б. городские комары, или «Дети подземелья», (Серия «Разнообразие животных». Вып. 2). Москва – Санкт-Петербург: Т-во научных изданий КМК. 2005 г. 96 с.

5. Виноградова Е. Б. Комары комплекса Culex pipiens в России (таксономия, распространение, экология, физиология, генетика, практическое значение и контроль). СПб.: Изд - во Зоологического института РАН, 1997. - 307 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**ЗАНЯТИЕ 1. Введение в элективный курс «В мире кровососущих комаров»**

Акустические особенности насекомых имеют важнейшее значение при размножении. Неослабевающий интерес к звуковой коммуникации комаров объясняется, как желанием понять наиболее сложные формы их жизнедеятельности, так и необходимостью управлять поведением и контролировать численность переносчиков опасных инфекционных заболеваний.

Столетиями малярия являлась опасной болезнью, которая и до сих пор уносит множество человеческих жизней. Каждый год более чем в 100 странах фиксируется 450-500 млн случаев заболевания малярией, от которой погибает около 23 млн человек. В 2013 году на территории России, по сравнению с прошлым годом заболеваемость населения малярией повысилась с 87 до 95 случаев.

Не смотря на существование препаратов для лечения болезни, основной проблемой является ее распространение. Способ заражения - укус комара рода *Anopheles*, которые являются переносчиками возбудителя малярии. Их ареал очень широк, и государственных границ для них не существует.

Особый интерес вызывают внутривидовые коммуникационные отношения кровососущих комаров, базирующихся на акустических сигналах. Показано, что разные виды и внутривидовые группировки имеют различные спектры частот, обусловливающих выбор полового партнера при скрещивании.

В России тоже обитают малярийные комары. Но они не являются переносчиками малярии благодаря тому, что на большей части территории страны водоемы промерзают зимой. Но в силу наличия глобального потепления, личинки комаров-носителей возбудителя перестанут погибать, и малярия распространится еще шире. Томская область обладает большой площадью болот, где в значительных количествах развиваются личинки комаров, а значит, мы находимся в зоне риска распространения этой болезни. Еще одной особенностью Томска является большое количество студентов, приехавших из стран с высокой инвазией населения малярийным плазмодием. Это значит, что даже при отсутствии зараженных плазмодием комаров популяции Томской области, имеется вероятность увеличения комаров-носителей.

Таким образом, ограничить распространение заболевания можно только уничтожив или снизив численность представителей данного отряда. Что и происходит при применении химических методов борьбы, уничтожающих личинки всех комаров без дифференциации. Это приводит водные экосистемы к упадку, в силу участия личинок комаров в пищевой цепи.

Данную проблему можно решить, найдя способ снижения численности не всех видов комаров, а только представителей одного рода - *Anopheles*.

У всех насекомых есть свой уникальный тон жужжания. У комаров она играет важную роль при размножении: самец находит самку по звуку, который она издает во время полета. Соответственно, если нарушить этот процесс (например, с помощью какого-либо прибора, подавляющего звуковые частоты, создаваемые самкой), то можно остановить размножение малярийных комаров одного рода. Для этого необходимо исследовать акустические характеристики комаров рода *Anopheles* и узнать, является ли это родовой особенностью.

Основной целью данного элективного курса является: углубить, расширить и систематизировать базовые знания учащихся о кровососущих комарах и акустике; овладеть умениями проведения экспериментальных исследований для изучения акустических характеристик имаго комаров р. *Anopheles.*

Чтобы достигнуть поставленную цель, необходимо решить следующие задачи:

1. Познакомиться с общими терминами акустики: звук, частота звука, сила звука, обертоны (гармоники), единицы измерения силы звука (Дб), частота звука (Гц); изучить жизненный цикл малярийного комара, отличительные признаки самки от самца.

2. Изучить заболевания, которые переносят малярийные комары и их опасность; значимость изучения акустических характеристик малярийных комаров.

3. Продолжить формирование исследовательских умений при снятии акустических характеристик малярийных комаров.

4. Продолжить формировать научный интерес к биологическим наука, которые помогут осознанно выбрать свою будущую и профессиональную деятельность.

**ЗАНЯТИЕ 2. Общие вопросы по кровососущим комарам и акустике.**

В ходе данного занятия учащимся необходимо выполнить следующие цели и задачи:

**Цель:** изучить общие вопросы по кровососущим комарам и акустике.

**Задачи:**

- изучить жизненный цикл малярийного комара, отличительные признаки самки от самца, заболевания, которые переносят малярийные комары и их опасность;

- изучить общие термины акустики: звук, частота звука, сила звука, обертоны (гармоники), единицы измерения силы звука (Дб), частота звука (Гц).

- выяснить, для чего изучают акустические характеристики малярийных комаров.

**Методы обучения**: словесно- наглядный: объяснение с использованием презентации.

**Оборудование и материалы для урока**: доска, мультимедийный проектор, презентация.

**Ход занятия.**

**Проверка имеющихся знаний по теме.**

Прежде чем приступить к изучению данной темы, учащимся было предложено выполнить входной тест, который направлен на выявление имеющихся знаний в области акустики и общих вопросов по кровососущим комарам. Входная работа рассчитана на 20 минут, представлена в виде теста. Тест состоит из 16 заданий. Включает в себя вопросы, с выбором одного или нескольких правильных ответов. Все задания оцениваются в 1 балл. Максимальное количество баллов – 16.

В процессе входного теста проверяются общие термины по акустике: звук, частота звука, сила звука, обертоны (гармоники), единицы измерения силы звука (Дб), частота звука (Гц); особенности размножения малярийных комаров.

1. Что такое звук?

а). Электромагнитные волны.

б). Волны приливов и отливов.

в). Волновые движения частиц воздуха или другой среды.

2. Чем задается частота звука?

а). Силой звука.

б). Количеством волн в единицу времени.

в). Количеством волн на единицу объема.

3. В чем измеряется сила звука?

а). В Дж

б). В Гигабайтах

в). В Децибелах

г). В Паскалях

д). В Байтах

4. Обертоны (гармоники) это...?

а). Звуковые пики в спектре частот.

б). Стиль вокального звучания.

в). Тембр звуков.

5. Как соотносятся гармоники с основной частотой?

а). Нет закономерности.

б). Постепенно количественно уменьшаются относительно основной частоты.

в). Постепенно количественно увеличиваются относительно основной частоты.

г). Увеличиваются кратно значению основной частоты.

д). Увеличиваются в арифметической прогрессии относительно основной частоты.

е). Увеличиваются в геометрической прогрессии относительно основной частоты.

6. В чем измеряется частота звука?

а). В килограммах

б). В сантиметрах

в). В герцах

г). В тоннах

д). В миллиметрах

е). В секундах

7. Орган, которым воспринимают звук кровососущие комары?

а). Уши

б). Жгутики

г). Лапки

д). Джонстонов орган

е). Крылья

8. Сколько стадий развития в онтогенезе комара?

а). 10

б). 7

в). 5

г). 4

д). 1

9. Для чего изучают акустические характеристики кровососов?

а). Для удовольствия.

б). Ради интереса.

в). Для идентификации видов имаго в полевых условиях

г). Для разработки методов борьбы с кровососущими комарами.

10. Роль звуковых сигналов у комаров?

а). Привлечение особей противоположного пола при размножении.

б). Обозначение индивидуального промыслового участка.

в). Отпугивать конкурентов.

г). Вспугивать прокормителей.

11. Чем опасны кровососущие комары?

а). Больно кусаются.

б). Переносчики опасных заболеваний.

в). Имеют угрожающий вид.

г). Они ничем не опасны.

12. От чего зависит частота жужжания у комаров?

а). От скорости махов крыльями.

б). От массы тела.

в). От длинны крыла.

г). От пола.

13. Почему комары жужжат?

а). Создают крыльями волны давления воздуха.

б). Издают звук хоботком.

в). На их теле есть специальные органы, которые производят звуки.

14. Кто пьет кровь, самка или самец?

а). И самка, и самец.

б). Самка.

в). Самец.

15. Для чего комары пьют кровь?

а). Для разнообразия.

б). Для созревания яиц.

в). Для уталения голода.

г). Им нравится кусать людей, животных.

16. В каких местах откладывают яйца комары?

а). В открытом пространстве.

б). Где придется.

в). На поверхность воды.

г). В темных углах сараев и подвалов.

На первом занятии учащимся проводилась лекция по общим вопросам, касающихся малярийных комаров и акустики.

**ЦИКЛ РАЗВИТИЯ.** Как и у всех прочих двукрылых насекомых, у комаров 4 фазы развития: яйцо, личинка, куколка, имаго. При этом все фазы, кроме имаго, живут в водоёмах. Самки комаров в период спаривания привлекают внимание самцов характерным тонким звуком, напоминающим писк. Делает он это не с помощью голоса, поскольку его у насекомых нет, а с помощью крыльев. Их у комара два. Тонкие крылья опускаются и поднимаются с такой скоростью, что, когда комар в полете, их невозможно увидеть. Такая частота взмахов производит волнообразные колебания воздуха, которые расходятся от летящего комара в разные стороны на определенное расстояние. Эти звуковые волны и улавливает наш слух. Комары улавливают звуковые колебания своими чувствительными усиками (джонстонов орган). Тембр звучания кровососущих комаров, который они издают машущими крыльями, имеет важнейшее значение для обеспечения встречи и распознавания особей противоположного пола своего вида в репродуктивный период. У самцов акустические частоты значимо выше, чем у самок, но иногда бывают некоторые исключения. Самцы, недавно «вставшие на крыло», могут звучать как самки. Например, Е. Б. Виноградова отмечает: «Иногда самцы могут ошибаться в распознавании пола партнера для спаривания. Это связано с тем, что неполовозрелые самцы с незатвердевшими покровами тела могут издавать звук, тон которого бывает ниже нормального и похож на тон самки. В этот период они становятся привлекательными для половозрелых самцов, которые пытаются с ними спариваться». Комары образуют рой, где и происходит спаривание самцов и самок. Далее самцы продолжают свою жизнь в траве, листве молодых деревьев, самки отправляются на поиск пищи. Для формирования яиц самкам комаров нужен белок, липиды, все это получает насекомое из крови животных, человека, реже птиц. После полного насыщения самка улетает в спокойное место и ждет, когда созреют яйца для кладки. Кладку делает в слаботочные или стоячие водоемы. Размещаются яйца под поверхностью воды. Комфортно себя чувствует потомство насекомых и на влажных почвах, и на затопленных водоемах. В крайнем случае, самка может сделать кладку яиц на предметы или растения, которые обильно омываются водой. Поэтому если вас интересует вопрос, могут ли комары размножаться в квартире, то ответ будет положительным. Отличным место для произведения потомства станет горшок с часто поливаемым цветком.

Самка комара откладывает 30 – 150, и даже 280 яиц (у малярийных комаров) каждые два – три дня. Яйцо развивается во взрослого комара в течение недели. Поскольку для воспроизводства яиц комарам требуется кровь, поэтому цикл откладывания яиц находится в прямой зависимости от потребления крови. Только некоторые городские подвиды могут откладывать яйца, не выпив крови, но яиц при этом откладывают очень мало.

Развитие всех стадий, кроме имаго, непосредственно связано с влагой. В воду самки откладывают яйца, из которых в течение 2-8 суток вылупляются личинки. Новый этап предполагает 3-4 линьки, после чего будущий комар превращается в куколку. Куколки-нимфы подвижны и активны как в поисках пищи, так и в умении убегать от хищников. Через 12-36 часов внешняя оболочка куколки рвётся и на свет появляется готовый к полёту и размножению взрослый комар. Наблюдения показали, что сначала из куколок одной кладки в воздух поднимаются особи мужского пола. Они образуют над берегом небольшой рой и с нетерпением ждут «невест». Это могут быть как родные «сёстры», так и самки, уже обитающие в окрестностях.

**КАК ОТЛИЧИТЬ САМКУ ОТ САМЦА:** у взрослого комара самца и самки есть отличия в строении ротового органа. У самки более длинный хоботок, который снабжен очень острыми мелкими щетинками. У самцов таких нет, зато есть пышные усики.

**ДЛЯ ЧЕГО ИЗУЧАЮТ АКУСТИКУ КОМАРОВ.** Перед тем, как самка комара начинает пить кровь, она вводит в кожу своей жертвы слюну, содержащую антикоагулянты, препятствующие свёртыванию крови. Именно слюна комара вызывает зуд, отёк, покраснение в месте укуса, а в некоторых случаях и тяжёлую аллергическую реакцию. И именно со слюной передаются переносимые комарами инфекции.

Комары являются переносчиками опасных заболеваний: малярии, жёлтой лихорадки, денге и некоторых энцефалитов. Из этих болезней одна только малярия является причиной смерти около двух миллионов человек ежегодно. Кроме того, их укусы могут вызывать зуд и аллергическую реакцию, обозначаемую в медицинской документации как реакция на укус насекомого.

Комары могут выступать в роли переносчиков опасных для здоровья и жизни человека заболеваний – болезнетворных бактерий, вирусов и паразитов. Инфицированные комары переносят вирусы или организмы-паразиты от человека к человеку без проявления симптомов заболевания у самих себя.

Акустические особенности насекомых имеют важнейшее значение при размножении. Благодаря звуковым сигналам обеспечивается встреча особей противоположного пола и репродуктивная изоляция близких симпатрических видов [1]. Неослабевающий интерес к звуковой коммуникации комаров объясняется, как желанием понять наиболее сложные формы их жизнедеятельности, так и необходимостью управлять поведением и контролировать численность переносчиков опасных инфекционных заболеваний.

**ЧТО ТАКОЕ ЗВУК?** Звук – это физическое явление, распространяющиеся в воздухе и других средах – газах, жидкостях и твердых телах – колебания, представляющие собой распространение в виде упругих волн механических колебаний, воспринимаемые слухом. Звук – это волнообразное давление воздуха.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗВУКОВЫХ ВОЛН НА БАРАБАННУЮ ПЕРЕПОНКУ ЧЕЛОВЕКА. ОРГАНЫ СЛУХА КРОВОСОСОВ И ВОСПРИЯТИЕ ИМИ ЗВУКА.**

Перед тем как приступить к изучению данной темы, учащимся предлагается выполнить следующее задание.

Вам даны картинки моделей отделов уха.

***Задание.*** Представьте, что на ваше ухо воздействует звуковая волна. Расположите в правильной последовательности части моделей уха.

Время выполнения 5 минут.

Сначала звуковые волны улавливаются внешним ухом(раковиной), потом они переходят в среднее ухо, в котором имеются 3 слуховые косточки: молоточек, стремечко и наковальня. В среднем ухе поступившая информация становится механической, (так как звук ударяется в барабанную перепонку, потом в молоточек, после молоточек ударяется в наковальню, а потом в стремечко, после попадает во внутреннее ухо). Во внутреннем ухе информация проходит по жидкости улитки (костного лабиринта). В улитке имеется канал. В канале имеется спиральный орган, находящийся в средней части канала. Вот там колебания жидкости передаются через тонкие мембраны.

Как и любая волна, звук характеризуется амплитудой и частотой. Амплитуда характеризует громкость звука. Частота определяет тон, высоту. Основная частота задается количеством махов крыльями комаром в секунду и измеряется в герцах (Гц, в честь немецкого физика Генриха Рудольфа Герца). Сочетание основной частоты и гармоник формирует уникальный «оттенок» жужжания каждого насекомого. Обертоны или гармоники это, звуковые пики в спектре частот, которые увеличиваются в арифметической прогрессии относительно основной частоты. При анализе акустических характеристик у двух изученных видов комаров разных родов в звуковом спектре обоих полов были идентифицированы три выраженных пика (остальные слабо отличаются от фоновых колебаний).

Частота звука говорит о теоретической возможности услышать подобный звук, а вот практически услышим мы его или нет зависит от силы звука. Для определения количественных показателей громкости, существует понятие – интенсивность звука (сила звука). Сила звука измеряется в децибелах (дБ). Децибел – это относительная величина, показывающая насколько увеличилась или уменьшилась громкость звука.

Строение органов слуха насекомых сходно со структурой других органов механического чувства – осязательных волосков, а также образований, воспринимающих вибрацию, отвечающих за равновесие и определение положения тела в пространстве. У некоторых насекомых слуха нет вообще, а некоторые слышат очень хорошо. Особенно значительного развития органы слуха достигли у тех видов, которые сами воспроизводят звуки. Строение органов слуха у различных насекомых сильно отличается.

Так называют особую разновидность хордотонального органа. Располагается он на антеннах, точнее, на вторых члениках усиков. Джонстонов орган реагирует на движение воздуха, воспринимает его сотрясение и контакт с твердыми субстратами. А у представителей семейства настоящих комаров (Culicidae) он является наиболее сложно устроенным и выполняет функцию слуха. Назван в честь Кристофера Джонсона, открывшего данный орган в 1855 году.

Джонстонов орган состоит из нескольких сколопидиев, в основании которых лежат по 1-3 нейрона. Они крепятся к сочленовой мембране второго и третьего члеников усиков. Когда орган раздражается звуковой волной, сигналы от нейронов идут непосредственно в мозг. Интересно, что у самок дрозофил орган «настроен» преимущественно на особые звуковые сигналы, идущие от вибрации крыльев самцов.

Джонстонов орган обычно располагается во втором членике усиков. Образован большим числом плотно упакованных сколопидиев - радиально расположенных сенсилл. Основная функция Джонстонова органа – восприятие направлений движения воздуха (либо воды), а также контактов с твёрдыми субстратами (функция механорецепции).

Благодаря ему, например, самцы комара вида Aedes aegypti способны воспринимать частоту в области 150—550 Гц, что соответствует звуку, издаваемому самкой во время полёта. Стимуляция данного органа также происходит при активном ощупывании усиками различных предметов, а также во время движения насекомого.

У комаров в основе джонстонова органа лежат несколько тысяч нервных клеток, которые располагаются круговыми слоями возле основания жгутика антенн. Они улавливают все вибрации и изменения положения усиков, одновременно сами по себе генерируя импульсы в тоническом и фазовом режиме. Если фронт звуковых волн извне идет параллельно оси воспринимающей антенны, то волоски, которые ее покрывают, вибрируют и этим раскачивают ее жгут, стимулируя раздражение рецепторов.

Знание анатомии джонстонова органа позволило ученым сконструировать ловушки для комаров. Эти устройства издают специфические для этих насекомых сигналы, приманивая их к себе, а затем засасывая внутрь.

**4. Итог занятия.**

Подведем итоги сегодняшнего занятия. Что нового вы узнали для себя? Было ли вам интересно? Какие затруднения или вопросы у вас возникли по прослушанной лекции?

**ЗАНЯТИЕ 3. Знакомство с и оборудование для снятия акустических характеристик комаров.**

Материалом для проведения данной работы послужили имаго малярийных комаров. Особи обоих видов были взяты из лабораторных линий, содержащихся в «Учебной специализированной аудитории генетики» при кафедре Общей биологии и методики обучения биологии БХФ ТГПУ.

Весь цикл развития комаров осуществлялся в специально изготовленных садках, обтянутых марлей (рис. 1).



Рис. 1. Садок для выращивания кровососущих комаров

После выхода имаго с каждой особи снимаются акустические характеристики. Перед записью комаров предварительно отдельно помещают в стеклянные флаконы с ватной пробкой и усыпляем эфиром. Далее их приклеиваем медицинским клеем (российская марка «БФ-6») дорсальной стороной груди на кончик препаровальной иглы таким образам, чтобы клей и игла не сковывали движение крыльев. Через 5-8 минут комар полностью восстанавливается от воздействия эфира и начинал активно осуществлять махи крыльями, оставаясь на игле (Рис. 2.)



Рис. 2. Фиксация комара на игле с помощью клея БФ

**ЗАНЯТИЕ 4. Знакомство с методикой снятия акустических характеристик малярийных комаров.**

Перед тем как приступить к изучению методики, учащимся предлагается проверить свои знания, написав небольшую проверочную работу.

1. Чем задается частота звука?

а). Силой звука.

б). Количеством волн в единицу времени.

в). Количеством волн на единицу объема.

2. В чем измеряется сила звука?

а). В Дж

б). В Гигабайтах

в). В Децибелах

г). В Паскалях

д). В Байтах

3. Орган, которым воспринимают звук кровососущие комары?

а). Уши

б). Жгутики

г). Лапки

д). Джонстонов орган

е). Крылья

4. Установи соответствие. К какому уху относятся

А. Ушная раковина 1) Наружное

Б. Слуховой проход 2) Среднее

В.Стремечко

Г.Барабанная перепонка

Д.Наковальня

Е. Слуховая труба.

5. Перечислите все необходимое оборудование для снятия акустических характеристик.

6. Опишите кратко процесс воздействия звука на барабанную перепонку.

7. Для чего изучают акустических характеристики комаров?

8. Какова роль звуковых сигналов у комаров?

На этом занятии мы изучим методику работы при снятии акустических характеристик и отработаем действия в соответствии с последовательностью снятия акустических характеристик.

Препаровальную(-ые) иглу(-ы) вместе с комаром(-ами) помещаем в бокс с поролоновой обивкой, обеспечивающей изоляцию от посторонних звуков (рис. 3).



Рис. 3. Звуковая камера из поролона для записи акустических характеристик комаров

На расстоянии 2 см от имаго устанавливался микрофон, подсоединенный к ноутбуку (рис.4).

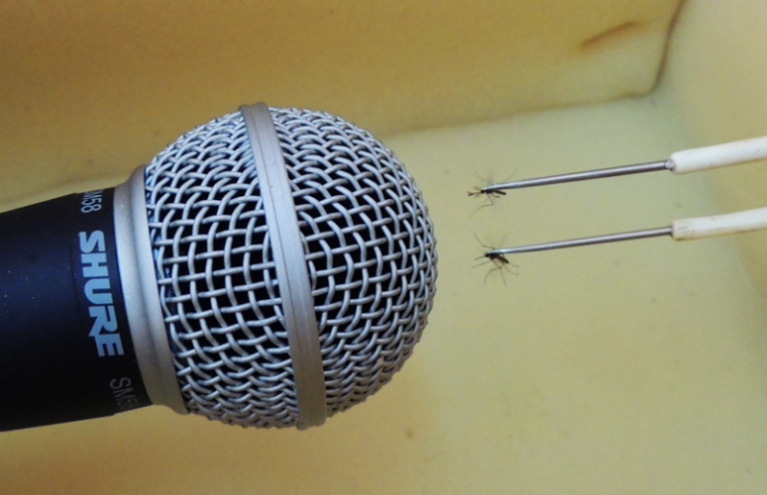


Рис. 4. Фиксация пары комаров обоих полов (самка на нижней игле)

перед микрофоном



Рис. 5. Оборудование для снятия и записи акустических

параметров комаров

Геометрические параметры крыла особи определялись через его фотографирование с помощью видеоокуляра (рис.6). Статистическую обработку результатов исследований проводили средствами Microsoft Office Excel.



Рис. 6. Видеоокуляр DSM 900 SCOPE и оптическая головка МС-2ZOOM для фотографирования крыла комаров

**ЗАНЯТИЕ 5. Практическая работа по теме: «Акустические характеристики малярийных комаров».**

**Методы обучения**: словесно- наглядный: объяснение с использованием презентации; практические: выполнение практической работы по инструктивной карте.

**Оборудование и материалы для урока**: доска, мультимедийный проектор, презентация; необходимое оборудование для практической работы.

**Ход занятия.**

После изучения оборудования и методики проведения эксперимента, группа учащихся приступила к выполнению практической части, используя карту инструкций. Но перед этим давайте вспомним правила техники безопасности.

1) Подготовить к работе рабочее место, убрать посторонние предметы.

2) Перед началом работы проверить исправность необходимого оборудования.

3) Точно выполнять все указания учителя (карты инструкции) при проведении работы, без его разрешения не выполнять самостоятельно никаких работ.

4) При использовании режущих и колющих инструментов (ножниц, препаровальных игл и др.) брать их только за ручки, не направлять их заостренные части на себя и на своих товарищей, класть их на рабочее место заостренными концами от себя.

5) Соблюдать осторожность при обращении с лабораторной посудой, не бросать, не ронять и не ударять их.

6) Поле окончания работы привести в порядок рабочее место, сдать учителю(преподавателю) оборудование, приборы.

7) Тщательно вымыть руки с мылом.

Далее учащиеся работают по инструктивной карте под присмотром руководителя.

*Инструктивная карта*

**Цель:** Сформировать практические умения и навыки снятия акустических характеристик малярийных комаров.

**Оборудование:** необходимое оборудование для снятия акустических характеристик; препаровальные иглы, стеклянные флаконы с ватной пробкой; клей «БФ-6», эфир.

Ход работы

I Этап:

1. Для начала необходимо отловить комаров в стеклянный флакон из садков, обтянутых марлей.
2. Затем необходимо усыпить комара. Для этого нужно намочить вату эфиром и поднести к флакону с комаром. (Чтобы выполнить данный этап, обратитесь к учителю).
3. После того как комар перестал двигаться, на препаровальную иглу наносим немного клея «БФ-6» и приклеиваем дорсальной стороной груди комара на кончик иглы таким образам, чтобы клей и игла не сковывали движение крыльев.
4. Через 5-8 минут комар полностью восстанавливается от воздействия эфира и начинал активно осуществлять махи крыльями, оставаясь на игле.

II Этап.

1. Препаровальную иглу вместе с комаром помещаем в бокс с поролоновой обивкой, обеспечивающей изоляцию от посторонних звуков (расстояние между комаром и микрофоном должно быть 2 см), где установлен микрофон и закрываем крышкой. Надеваем наушники.
2. Затем с помощью программного обеспечения, установленного в ноутбуке, снимаем акустические характеристики малярийных комаров, записывая на устройство.
3. После этого записываем основные частоты и гармоники в тетрадь.

**Итог занятия.**

Посмотрев ваши результаты записи и пронаблюдав за вашими действия, хочу отметить, что вы отлично справились с практической частью.