

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 04.09.2023 11:08:10
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

**УТВЕРЖДАЮ**
Руководитель ООП
А.В. Зиновьев
«05» апреля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БИОФИЗИКИ

Направление подготовки

06.03.01 Биология

Профиль подготовки

Биоэкология

Для студентов 3 курса очной формы обучения

Составители:

к.б.н., доцент Петушков М.Н.

Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины (или модуля) в соответствии с учебным планом Актуальные вопросы биофизики

2. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является овладение студентами знаниями об основных проблемах, стоящих перед актуальными разделами биофизики, а также формирование у студентов современного представления о применении физических методов при исследовании биологических систем.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачи исследования, способность вычленять главное и второстепенное;
- приобретение студентами умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;
- изучение элементов биофизики: физических явлений в биологических системах, физических свойств этих систем, физико-химических основ процессов жизнедеятельности;
- формирование умений проведения лабораторных биологических исследований по заданной методике в составе группы;
- обучение студентов технике безопасности при работе с лабораторным оборудованием.

–

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина входит в вариативную часть учебного плана ООП Биология. Дисциплина базируется на результатах, полученных в области физики, физической химии, цитологии, гистологии. От обучающихся требуются знания основ структурной химии, физики проводников и диэлектриков, строения клетки, радиационной физики и оптики; умения работать самостоятельно и в команде, самостоятельного поиска необходимой информации; готовность к выполнению лабораторных работ с биологическим материалом.

Дисциплина «Актуальные вопросы биофизика» является предметом, необходимым для изучения физиологии и биологии человека.

4. Объем дисциплины (или модуля): 2 зачетных единицы, 72 академических часа, в том числе **контактная работа:** лекции 17 часов, практические занятия 17 часов, **самостоятельная работа:** 38 часов.

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

<p align="center">Формируемые компетенции</p>	<p align="center">Требования к результатам обучения В результате изучения дисциплины студент должен:</p>
<p>ОПК-4 Способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем</p>	<p>Владеть: приемами экспериментальной работы и соблюдения правил техники безопасности. Уметь: использовать полученные знания для объяснения результатов лабораторных работ, делать выводы. Знать: основные биофизические принципы функционирования мембран, механизмы перекисного окисления липидов, клеточной рецепции и действия ионизирующих излучений на биологические объекты.</p>
<p>ОПК-5 способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности</p>	<p>Владеть: способами самостоятельного получения знаний по наиболее актуальным вопросам биофизики; алгоритмами применения теоретических знаний к решению практических задач. Уметь: находить, обрабатывать и критически анализировать информацию из разных источников; решать типовые задачи, связанные с основными разделами биофизики; грамотно излагать знания в области биофизики и применять ранее полученные знания для объяснения биофизических вопросов. Знать: основные понятия, термины, положения биофизических теорий; принципы молекулярной и клеточной организации биологических объектов; формы мембранных процессов, молекулярных механизмов регуляции жизнедеятельности и воздействия факторов окружающей среды.</p>
<p>ОПК-6 способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой</p>	<p>Владеть: представлением об основных современных биофизических методах исследования и сферах их применения. Уметь: обосновывать выбор современных экспериментальных методов при проведении биофизических исследований Знать: характеристику современных экспериментальных биофизических методов</p>

ПК-3 готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии	Владеть: способностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии Уметь: применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии Знать: теорию и методы современной биологии
---	---

6. Форма промежуточной аттестации - зачет.

7. Язык преподавания - русский.

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

1. Для студентов очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа (часов)		Самостоятельная работа
		Лекции	Практические (лабораторные) занятия	
1. Свободные радикалы в биологических системах.	12	3	2	7
2. Электропроводность биологических объектов.	10	2	2	6
3. Структура и функционирование биологических мембран.	12	4	4	4
4. Методы современной биофизики	22	4	5	13
6. Радиационная биофизика.	16	4	4	8
ИТОГО:	72	17	17	38

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (или модулю)

- планы практических (лабораторных) занятий;
- тематика проектов и методические рекомендации по их написанию;
- сборники упражнений.

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

ОПК-4 Способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>Этап 2</p> <p>ВЛАДЕТЬ: приемами экспериментальной работы и соблюдения правил техники безопасности</p> <p>УМЕТЬ: использовать полученные знания для объяснения результатов лабораторных работ, делать выводы</p>	<p>Метод биофизики, основанный на изучении структуры субклеточных элементов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. метод радиоактивных меток 2. электронная микроскопия 3. метод внутриклеточного отведения 4. моделирование <p>Метод, лежащий в основе методов медицинской диагностики болезней сердечно-сосудистой системы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. метод внеклеточного отведения биопотенциалов 2. математическое моделирование 3. регистрация спектров ЭПР 4. спектроскопия 	<p>Критерии оценки тестовых заданий.</p> <p>Правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл</p> <p>50 % возможных баллов – «3»</p> <p>70 % возможных баллов – «4»</p> <p>85 % возможных баллов – «5»</p>
<p>Этап 2</p> <p>ЗНАТЬ: основные биофизические принципы функционирования мембран, механизмы перекисного окисления липидов, клеточной рецепции и действия ионизирующих излучений на биологические объекты.</p>	<p>Тестовые задания</p> <p>К первичным свободным радикалам относится:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. супероксидный радикал 2. радикал гидроксила 3. гипохлорит <p>Современной моделью строения биологической мембраны является</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Унитарная 2. Жидкостно-мозаичная 3. Бутербродная 	<p>Критерии оценки тестовых заданий.</p> <p>Правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл</p> <p>50 % возможных баллов – «3»</p> <p>70 % возможных баллов – «4»</p> <p>85 % возможных баллов – «5»</p>

ОПК-5 Способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>Этап 2</p> <p>ВЛАДЕТЬ: способами самостоятельного получения знаний по наиболее актуальным</p>	<p>Обе спирали молекулы закручены вокруг одной оси вправо. Описана структура</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ДНК 2. РНК 3. альфа-спирали белка 	<p>Критерии оценки тестовых заданий.</p> <p>Правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл</p>

<p>вопросам биофизики; алгоритмами применения теоретических знаний к решению практических задач</p>	<p>4. бета-складчатого слоя</p>	<p>50 % возможных баллов – «3» 70 % возможных баллов – «4» 85 % возможных баллов – «5»</p>
<p>Этап 2 УМЕТЬ: находить, обрабатывать и критически анализировать информацию из разных источников; решать типовые задачи, связанные с основными разделами биофизики; грамотно излагать знания в области биофизики и применять ранее полученные знания для объяснения биофизических вопросов.</p>	<p>Подготовка и защита проектов (индивидуальная и групповая). Примерные темы проектов: 1. Естественные и искусственные источники радиации. 2. Биологически значимые радиоактивные изотопы. 3. Защита от действия ионизирующего излучения. 4. Механизмы адаптации к гипоксии 5. Токсичность кислорода. 6. Классификация и типы действия вторичных мессенджеров. 7. Липосомы, методы получения, классификация, применение. 8. Получение «черных пленок».</p>	<p>Максимальная оценка за проект – 10 баллов <i>Показатели оценки:</i> Обоснование актуальности выбранной темы (1 балл); Структура работы (имеются: введение, цель работы, постановка задачи, решение поставленных задач, выводы, список литературы) (1 балл); Соответствие результатов работы поставленным задачам (1 балл); Новизна предложений, отражающая собственный вклад автора и оригинальность работы (1 балл); Глубина изучения состояния проблемы (1 балл); Использование современной научной литературы при подготовке работы (1 балл); Качество презентации: структура, оформление, содержание (1 балл); Логика изложения доклада, убедительность рассуждений, оригинальность мышления (1 балл); Соблюдение временных рамок (1 балл); Ответы на вопросы слушателей (1 балл).</p>
<p>Этап 2 ЗНАТЬ: основные понятия, термины, положения биофизических</p>	<p>Тестовые задания Метод биофизических исследований, позволяющий изучать пути биохимических превращений веществ в процессе клеточного метаболизма</p>	<p>Критерии оценки тестовых заданий. <i>Правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл</i></p>

теорий; принципы молекулярной и клеточной организации биологических объектов; формы мембранных процессов, молекулярных механизмов регуляции жизнедеятельности и воздействия факторов окружающей среды.	<ul style="list-style-type: none"> • метод радиоактивных меток • метод отрыва кольца • феноменологическое моделирование • световая микроскопия 	<p>50 % возможных баллов – «3»</p> <p>70 % возможных баллов – «4»</p> <p>85 % возможных баллов – «5»</p>
--	--	--

ОПК-6 способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания										
<p>Этап 2</p> <p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>представлением об основных современных биофизических методах исследования и сферах их применения</p> <p>УМЕТЬ:</p> <p>обосновывать выбор современных экспериментальных методов для проведения биофизических исследований конкретных биологических объектов</p>	<p>Подготовка и защита проектов</p> <p>Темы проектов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оптическая спектроскопия 2. Флуоресцентная спектроскопия. 3. Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов 4. ЯМР-спектроскопия. 5. Масс-спектрометрия <p>Проверочные задания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Заполнить таблицу «Методы, применяемые для определения молекулярного веса и размеров макромолекул и частиц» <table border="1" data-bbox="497 1496 1054 1794"> <thead> <tr> <th data-bbox="497 1496 609 1756">Метод</th> <th data-bbox="609 1496 721 1756">Принцип метода</th> <th data-bbox="721 1496 833 1756">Краткое описание</th> <th data-bbox="833 1496 944 1756">Оборудование</th> <th data-bbox="944 1496 1054 1756">Примеры применения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="497 1756 609 1794"></td> <td data-bbox="609 1756 721 1794"></td> <td data-bbox="721 1756 833 1794"></td> <td data-bbox="833 1756 944 1794"></td> <td data-bbox="944 1756 1054 1794"></td> </tr> </tbody> </table>	Метод	Принцип метода	Краткое описание	Оборудование	Примеры применения						<p>Максимальная оценка за проект – 9 баллов</p> <p><i>Показатели оценки:</i></p> <p>Структура работы (имеются: введение, цель работы, постановка задачи, решение поставленных задач, выводы, список литературы) (1 балл);</p> <p>Соответствие результатов работы поставленным задачам (1 балл);</p> <p>Новизна предложений, отражающая собственный вклад автора и оригинальность работы (1 балл);</p> <p>Глубина изучения состояния проблемы (1 балл);</p> <p>Использование современной научной литературы при подготовке работы (1 балл);</p> <p>Качество презентации: структура, оформление, содержание (1 балл);</p>
Метод	Принцип метода	Краткое описание	Оборудование	Примеры применения								

		Логика изложения доклада, убедительность рассуждений, оригинальность мышления (1 балл); Соблюдение временных рамок (1 балл); Ответы на вопросы (1 балл).
Этап 2 ЗНАТЬ: основные современные экспериментальные биофизические методы.	Метод, основанный на измерении интенсивности излучения <ul style="list-style-type: none"> • флуоресцентная спектроскопия • электронная микроскопия • метод радиоактивных меток • моделирование Метод, основанный на измерении интенсивности излучения <ul style="list-style-type: none"> • флуоресцентная спектроскопия • электронная микроскопия • метод радиоактивных меток • моделирование 	Критерии оценки тестовых заданий. <i>Правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл</i> 50 % возможных баллов – «3» 70 % возможных баллов – «4» 85 % возможных баллов – «5»

ПК-3: готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Этап 2 Владеть: способностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии	Создание презентации по теме <i>Задание 1.</i> Подготовить презентацию о связи знаний, полученных в ходе освоения курса, с производством Презентация должна включать следующие разделы: введение, актуальность работы, цели и задачи, методика, результаты, выводы, список литературы. Форма отчетности: презентация.	5 баллов – презентация включает все необходимые разделы 4 балла – есть недочеты в оформлении, в подборке иллюстративного материала, не полно представлены некоторые разделы. 2-3 балла – отсутствуют 1-2 раздела, использованы устаревшие или недостоверные источники. 0-1 балл – презентация имеет серьезные недочеты
Этап 2 Уметь: применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии	Подготовка доклада <i>Задание 1.</i> Подготовить доклад о вариантах применения знаний, полученных в ходе освоения курса, на производстве. Форма отчетности: доклад	5 баллов – тема покрыта исчерпывающе, представлена отлично 4 балла – есть недочеты в покрытии темы, представлена хорошо 2-3 балла – тема раскрыта не полностью, представлена удовлетворительно

		<i>0-1 балл</i> – тема не раскрыта; имеются проблемы с ее представлением
Этап 2 Знать: теорию и методы современной биологии	Задание Назовите основные методы исследований, применяемые в рамках изучаемой дисциплины Форма отчетности: устный ответ	Соответствие баллов и правильно расставленных процессов: <i>2 балла</i> – названы все методы <i>1 балл</i> – не названо 1-2 метода <i>0 баллов</i> – не названо 3 и более методов

V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (или модуля)

Основная литература

1. Биофизика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2021. - 67 с. <https://e.lanbook.com/book/177616>
2. Биофизика [Электронный ресурс] / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев; Плутахин Г. А., Кощаев А. Г. - 2-е изд., перераб., доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. <https://e.lanbook.com/book/168448>
3. Биофизика [Электронный ресурс] / М. В. Волькенштейн - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 608 с. <https://e.lanbook.com/book/168433>

Дополнительная литература

1. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии: Учебное пособие для вузов / Ризниченко Галина Юрьевна; Ризниченко Г. Ю. - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва: Юрайт, 2021. - 181 с. <https://urait.ru/bcode/470480>
2. Медицинская и биологическая физика. Тестовые задания: Учебное пособие Для СПО / Васильев Альберт Афанасьевич; Васильев А. А. - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва: Юрайт, 2021. - 189 с. <https://urait.ru/bcode/475515>

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (или модуля)

Электронно-библиотечные системы:

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru>
2. ЭБС «Лань» - <https://e.lanbook.com>
3. ЭБС «ИНФРА-М» - <http://znanium.com>
4. e-library – <https://elibrary.ru>

1. Справочник «Биофизики России» (<http://www.library.biophys.msu.ru>);
2. Каталог образовательных ресурсов на портале www.edu.ru;

3. Сайты института биофизики клетки РАН (www.icb.psn.ru), института белка РАН (www.protres.ru), Пушчинского государственного университета (www.pushgu.ru);
4. Национальная платформа открытого образования https://courses.openedu.ru/courses/coursev1:msu+ВІОРНУ+fall_2015
5. Имеется коллекция видеозаписей лекций ведущих специалистов института биофизики клетки, института белка и Пушчинского государственного университета.

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (или модуля)

Планы практических (лабораторных) занятий;

Тема 1. Свободные радикалы в биологических системах. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах: образование свободных радикалов в норме и при патологических процессах; антиоксиданты, механизмы их биологического действия; естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.

Тема 2. Электропроводность биологических объектов. Закономерности прохождения постоянного электрического тока через биообъекты. Явление поляризации. Виды поляризации. Закономерности прохождения переменного электрического тока через биообъекты. Суммарное сопротивление электрическому току – импеданс. Применение метода электропроводности.

Тема 3. Структура и функционирование биологических мембран. Структура биомембран: развитие представлений о структуре биомембран. Динамика мембран и фазовые переходы в липидном бислое. Модельные мембраны системы. Поверхностный заряд мембранных систем: происхождение дзета-потенциала и его измерение.

Тема 4. Методы современной биофизики. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Спектрофотометрические методы. Метод радиоактивных изотопов. Микроэлектродная техника. Метод регистрации сверхслабого свечения биологических объектов. Флуоресцентные методы. Метод математического моделирования

Тема 5. Радиационная биофизика. Виды ионизирующих излучений. Единицы измерения дозы. Радиационная биофизика клетки. Чувствительность различных биологических объектов к радиации. Радиочувствительность *in vivo* и *in vitro*. Механизмы первичных реакций в организме при размене физической энергии на химическую.

Примерные темы проектов:

1. Естественные и искусственные источники радиации.
2. Биологически значимые радиоактивные изотопы.
3. Защита от действия ионизирующего излучения.
4. Механизмы адаптация к гипоксии
5. Токсичность кислорода.
6. Классификация и типы действия вторичных мессенджеров.

7. Липосомы, методы получения, классификация, применение.
8. Получение «черных пленок». Темы проектов:
9. Оптическая спектроскопия
10. Флуоресцентная спектроскопия.
11. Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов
12. ЯМР-спектроскопия.
13. Масс-спектрометрия
14. Метод локальной фиксации потенциала (patch-clamp)

Методические рекомендации для подготовки проекта.

Последовательность работы над проектом:

Подготовка. Выбор темы проекта и определение его цели. Обсуждение темы с преподавателем и получение при необходимости дополнительной информации. Определение источников информации. Определение способов сбора и анализа информации. Распределение задач (обязанностей) между членами команды (в случае группового проекта) Выработка плана действий. Формулирование задач.

Исследование. Сбор и анализ информации. Выполнение проекта при кураторстве преподавателя, анализ информации

Представление. Корректировка разработанных материалы, оформление проекта, его презентация и доказательство обоснованности своих предложений

Заключение: основные результаты проектной работы, сопоставленные с ее целью и задачами; при необходимости - перспективы развития проекта.

При использовании в тексте проекта цитат, мнений других авторов, статистических материалов обязательны библиографические ссылки на первоисточники, которые должны быть указаны в списке литературы.

Защита проекта предполагает:

Презентацию итогового варианта проекта с привлечением оппонентов из числа студентов. Защита проекта состоит из короткого доклада о сущности проделанной работы и полученных результатах и ответов на вопросы по существу проекта. Длительность выступления с докладом не должна превышать 20 мин.

Задачи.

1. Неудивительно, что птицам нужно много корма, нередко вес съеденной пищи за сутки в 1.5-2 раза превышает их собственный! Например, пеночка, которая имеет массу 8-10 г, съедает за день до 17 г насекомых. Как изменяется при этом вес пеночки? А ее масса?
2. Среднее яйцо африканского страуса имеет длину 15-20 см, что по объему равно примерно двум дюжинам куриных яиц, и весит 16-18 Н. Чтобы сварить такое яйцо, требуется 40 минут. Но самое трудное – это очистить его, ведь скорлупа толщиной 1,5 см выдерживает нагрузку 127 кг. Определите массу яйца страуса и массу одного куриного яйца.
3. Рекордсменка по прыжкам среди лягушек - южноафриканская лягушка тонкотельный прыгун (*Megalixalus leptosomus*). Имея длину туловища всего 5

см, она способна прыгать на 10 м. Определите максимальную высоту при прыжке, если лягушка прыгает под углом 45° .

4. Меч – это костяной отросток верхней челюсти рыбы. Он легко рассекает воду и значительно улучшает гидродинамическую характеристику тела рыбы. Вот рыба-меч и устанавливает рекорды по скорости передвижения под водой – 130 км/ч. Но чего бы стоил меч, если бы не белковая смазка – муцин, сводящая на нет трение рыбы о воду. Как уменьшают рыбы силу сопротивления о воду?
5. Природа порой ставит животное в условия, которые требуют от него особых, кажущихся сверхъестественными выносливости, ловкости и силы. Такими качествами обладает белый медведь. Масса самых старых самцов достигает тонны, а в среднем масса животного 300-500 кг. Во сколько раз масса старого зверя больше массы средних белых медведей?
6. Голиаф – самая крупная лягушка, обитающая в Камеруне (Африка). Ее вес 3,5 кг, длина тела 32 см. Самой маленькой лягушкой считается чесночница с Сейшельских островов, ее длина 1,8-1,9 см. Крик лягушки-быка из Северной Америки слышен на расстоянии нескольких километров и похож на рев быка. Еще громче орет самец древесной лягушки-коки из Пуэрто-Рико. Будучи менее 5 см, он издает крик силой 108 Дб. Чему соответствует крик древесной лягушки по уровню звукового давления?
7. Летают колибри, ярко окрашенные птички, с большой скоростью и так быстро взмахивают крыльями, что очертания крыльев незаметны. Число взмахов может достигать 20-25, а у некоторых видов 50 в секунду! Питаются колибри нектаром цветов. Колибри – единственные птицы, которые в полете способны давать «задний ход». Определите длину волны, которую генерирует колибри.
8. Чтобы поддерживать высокую температуру тела, особенно во время полета, птицы тратят много энергии. Поэтому обмен веществ у них очень интенсивен, особенно у мелких видов. Четырехкамерное сердце птицы работает с большой нагрузкой и развито сильно. Например, у самых маленьких птиц – колибри – сердце занимает половину полости тела, а по объему в три раза больше желудка. Частота сокращений сердца у некоторых видов колибри достигает 1000 в минуту. А у человека – 70 сокращений. Сравните частоту и период сокращений сердца человека и колибри.
9. У обыкновенной амебы обнаружен так называемый вибротаксис в виде положительной реакции на источник механических колебаний частотой 50 Гц. Это становится понятным, если учесть, что у некоторых видов инфузорий, служащих амебе пищей, частота биения ресничек колеблется как раз между 40 и 60 Гц. Определите период и циклическую частоту источников колебаний.
10. У многих насекомых (саранчи, стрекоз) две пары крыльев. У других насекомых (мухи, жуки) только одна пара крыльев. Скорость работы крыльев у разных насекомых различная. Так, у крупных бабочек (махаон), число взмахов за 1 секунду равняется 5, у саранчи – 18, у комнатной мухи – 120, у пчелы – 180, у галлицы – 700-1000. Какое из этих насекомых мы будем слышать?

11. Сверчки воспринимают звуки частотой 300-8000 Гц, кузнечики – 800-45000 Гц, саранча – до 90 000 Гц. Определите период колебаний, воспринимаемых этими насекомыми.

Требования к рейтинг-контролю.

№ модуля	Вид контроля	Форма отчетности и контроля	Номер учебной недели	Максимальное количество баллов	Всего баллов
1	Текущий	Выполнение проектов	1-8	25	50
	Рейтинговый	Тестирование, решение задач	9	25	
2	Текущий	Выполнение проектов	10-17	25	50
	Рейтинговый	Тестирование, решение задач	18	25	
	Промежуточный	Зачет			100

VII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Перечень лицензионного обеспечения:

- ОС: Microsoft Windows
- 7-Zip 9.20 (x64 edition)
- Adobe Reader XI (11.0.13) - Russian
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Office профессиональный плюс
- WinDjView 2.0.2

VIII. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная лаборатория, мультимедийная техника для проведения лекций и демонстрации учебных фильмов.

IX. Перечень обновлений рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.			
2.			

