

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

БИОФИЗИКА

Направление подготовки 06.03.01 Биология
направленность *Экологические биотехнологии*

Квалификация выпускника: бакалавр

Кострома

2023

Рабочая программа дисциплины «Биофизика» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 06.03.01 – Биология, приказ № 920 от 07.08.2020

Разработал: Дюкова А.С., к.б.н., доцент кафедры биологии и экологии

Рецензент:

Беляев Андрей Владиславович, директор департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

Заведующий кафедрой биологии и экологии:

Сиротина М.В., д.б.н., доцент

Протокол заседания кафедры №_11__ от _20.04.2023 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Изучение дисциплины «Биофизика» предусматривает ознакомление студентов с основными физическими процессами, происходящими в живых клетках, органах и организмах при их функционировании в стационарных и динамических состояниях. Биофизика является одной из важнейших дисциплин при подготовке студентов биологов. Ее изучение необходимо как основной элемент общебиологического образования, способствующий формированию научного мышления у будущих специалистов. Специфика данного предмета связана с одновременным использованием знаний по физике, математике, морфологии, биохимии и физиологии. Тем самым у студентов создается из системных, взаимосвязанных представлений и знаний смежных дисциплин естественнонаучное представление о физике биологических структур. При этом биофизика, по отношению к предшествующим знаниям, выполняет роль интегрирующей науки, закрепляет их материалистические принципы, создает у студентов представление об органическом единстве окружающего мира. Изучение основных принципов биофизического подхода к исследованию живой материи, оценка их результативности показывает высокие преимущества междисциплинарного подхода, его прогрессивность для естественнонаучных исследований.

В рамках данной дисциплины студент - биолог имеет возможность получить представления о закономерностях физической организации живой материи, начиная с её молекулярного и заканчивая биосферным уровнем.

Цель изучения дисциплины: сформировать у студента способность применять принципы структурно-функциональной организации, использовать биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов;

Задачами дисциплины являются:

- освоение студентами основных принципов и теоретических положений биофизики;
- объяснение взаимосвязи физического и биологического аспектов функционирования живых систем;
- приобретение знаний о физико-химических процессах и механизмах, которые лежат в основе жизнедеятельности биологических объектов;
- знание и умение применять биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенции:

ОПК-2: Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания;

ОПК-2.1. использует принципы структурно-функциональной организации биологических объектов для решения профессиональных задач

ОПК-2.2. Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- современные достижения в области биофизики;
- физико-химические процессы и механизмы, лежащие в основе жизнедеятельности биологических объектов;
 - регуляторные механизмы обеспечения гомеостаза живых систем;
 - применимость законов термодинамики к биологическим системам;
 - особенности кинетики биологических процессов;
 - механизмы транспорта веществ в живых организмах;
 - механизмы генерации биопотенциалов;
 - методы современной биофизики.

Уметь:

- ориентироваться в учебной литературе при самостоятельной подготовке к занятиям;
- объяснять физиологические процессы с использованием физических знаний;
- соотносить методы биофизики с задачами исследования.

Владеть:

- навыками расчета скоростей диффузии веществ через биологические мембраны, решением биофизических задач;
- опытом решение расчетных задач по биофизике;
- умениями использовать биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Биофизика» относится к обязательной части учебного плана, изучается в 5-м семестре. Данный курс включает теоретическую и практическую части. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении курсов «Общая биология», «Цитология», «Анатомия человека», «Гистология», «Физика».

Изучение дисциплины «Биофизика» поможет студентам в освоении дисциплин «Физиология человека и животных» и «Физиология растений».

4. Объем дисциплины

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	2
Общая трудоемкость в часах	72
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	24
Лекции	12
Практические занятия	12
Самостоятельная работа в часах	47,75
Форма промежуточной аттестации	Зачет 0,25

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	12
Практические занятий	12
Консультации	-
Зачет/зачеты	0,25
Всего	24,25

5.Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий
5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ	Лаб.	
1	Введение	10	1	1		8
2	Свойства открытых систем. Основные понятия термодинамики.	10	1	1		8
3	Биофизика мембранных процессов	32	6	6		20
4	Биофизика мышечного сокращения	20	4	4		11,75
	Зачет	0,25				0,25
	Итого:	2/72	12	12		48

5.2. Содержание

Тема 1. Введение

Предмет и задачи биофизики. Биологические и физические процессы и закономерности в живых системах. Методы Биофизических исследований

Тема 2. Свойства открытых систем. Основные понятия термодинамики.

Основные понятия термодинамики. Классификация термодинамических систем. Термодинамическое равновесие. Законы термодинамики в биологии. Понятия энтропии и энтальпии. Закон Гесса. Изменение энтропии в открытых системах. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь энтропии и информации в биологических системах. Принцип Ле-Шателье. Работоспособность биологических систем.

Тема 3. Биофизика мембранных процессов.

Структура и функционирование биологических мембран.

Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Белок-липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран. Модельные мембранные системы. Бислойные мембраны. Протеолипосомы. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно- функциональные характеристики биомембран. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости. Зависимость диэлектрических потерь от частоты. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах. Роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.

Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектrogenез. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны. Транспорт

неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка.

Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт. Ионные каналы; теория однорядного транспорта. Ионфоры: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы). Модель параллельно функционирующих пассивных и активных путей переноса ионов. Потенциал действия. Роль ионов Na и K в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов Ca и Cl в генерации потенциала действия у других объектов. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Воротные токи. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Флуктуации напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах. Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения. Методы регистрации потенциала покоя и потенциала действия

Механизмы передачи импульса между клетками. Синапсы, их строение и функционирование.

Тема 4. Биофизика мышечного сокращения

Структура мышцы и мышечных белков. Молекулярный механизм сокращения. Электромеханическое сопряжение мышечного сокращения.

Мышечная механика. Ауксотоническое и изометрическое сокращения. Тетанус. Мышечная работа. Соотношение сила-скорость по Хиллу. Мощность мышцы. Энергетика мышцы. Коэффициент полезного действия мышечного сокращения. Энергетический метаболизм. Методы изучения процессов мышечного сокращения.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Введение	По предложенной литературе изучите основные цели и задачи современной биофизики. Познакомьтесь с методами исследований в биофизике. Подумайте, какое значение имеет биофизика в современной биологии и практической медицине.	8	Выпишите в тетрадь цели и задачи, основные методы биофизики.	Сообщения о методах исследования в биофизике, обсуждение правомерности и рациональности их использования. Зачет.

2.	Свойства открытых систем. Основные понятия термодинамики.	<p>Используя текст лекции и дополнительную литературу, выпишите основные свойства и характеристики открытых систем. Выпишите законы термодинамики с краткой их характеристикой.</p> <p>Выпишите себе характеристики изолированных, закрытых, открытых систем.</p> <p>Составьте таблицу со сравнительными характеристиками термодинамического равновесия и стационарного состояния.</p> <p>Приведите примеры применимости понятий термодинамики к живым системам.</p>	8	<p>Вспомните, на каких дисциплинах вы уже знакомы с основными понятиями и законами термодинамики.</p> <p>В связи с какими процессами в живой природе вы рассматривали принцип Лешателье.</p> <p>На каких занятиях и применительно к чему вы сталкивались с понятиями градиента.</p>	Опрос, самостоятельная работа, тестовые задания. Зачет.
3.	Биофизика мембранных процессов	<p>Повторите строение цитоплазматической мембраны, понятия активного и пассивного транспорта. Выпишите себе уравнения диффузии Фика и энергии Гиббса.</p> <p>Составьте сравнительную таблицу пассивного и активного транспорта. Диффузии и облегченной диффузии.</p> <p>Прочитайте раздел 2 учебника В.Ф.Антонова «Биофизика», выполните контрольные задания и тестовые вопросы на стр. 30-31.</p> <p>Прочитайте главу 2 учебника В.Ф.Антонова «Биофизика» и выполните задания на стр.66-67.</p> <p>Подумайте, почему возбуждение распространяется по аксону только в одном направлении.</p> <p>Прочитайте главу 3 учебника В.Ф.Антонова «Биофизика» и</p>	20	<p>Из школьного курса, курса общей биологии и цитологии вспомните строение цитоплазматических мембран.</p> <p>Изложить в виде конспекта следующие вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные функции биологических мембран. 2. Современное представление о строении мембран. 3. Механические свойства мембран. 4. Причины и следствия нарушения целостности мембран. <p>Вспомните, какие</p>	Опрос, самостоятельная работа, тестовые задания. Зачет.

		<p>выполните задания на стр.89-90.</p> <p>Прочитайте главу 4 учебника В.Ф.Антонова «Биофизика» и выполните задания на стр.110-111.</p> <p>Прочитайте разделы 6,7,8 до стр.224. учебника А.Б. Рубина «Биофизика». Подготовьтесь к практическим занятиям.</p>		<p>виды транспорта через мембрану существуют.</p> <p>Повторите понятия рефрактерности, абсолютного и относительного рефрактерного периодов.</p>	
4.	Биофизика мышечного сокращения	<p>Прочитайте главу 7 учебника В.Ф.Антонова «Биофизика» и выполните задания на стр.161-162.</p> <p>Прочитайте раздел 8 главу 25 учебника А.Б. Рубина «Биофизика». Подготовьтесь к практическим занятиям.</p>	11,75	<p>Вспомните из курса анатомии и гистологии строение мышечного волокна и саркомера.</p>	<p>Опрос, самостоятельная работа, тестовые задания. Зачет.</p>

6.2. Тематика и задания для практических занятий

1. Цели, задачи, методы современной биофизики. Значение биофизики в развитии современной биологии и медицины.
2. Основные понятия термодинамики. Термодинамические системы и равновесие. Начала термодинамики.
3. Термодинамики применительно к живым систем. Энтальпия, энтропия, закон Гесса. Принцип Ле-Шателье. Работоспособность биологических систем.
4. Строение биологической мембраны. Основные функции биологических мембран.
5. Физическое состояние и фазовые переходы липидов в мембранах. Модельные липидные мембраны.
6. Механические свойства мембран. Микровязкость, упругость, жидкость мембран. Механизмы разрушения липидного слоя. Фазовые переходы липидов. Их значение в выполнении мембранами своих функций.
7. Межмолекулярные взаимодействия в мембранах. Перекисное окисление липидов в мембранах.
8. Понятие пассивного транспорта. Диффузия. Облегченная диффузия. Фильтрация. Осмос. Закон Фика.
9. Электрохимический потенциал. Гидратация ионов. Ионное равновесие.
10. Уравнение электродиффузии Нернста-Планка. Строение и работа канальных белков. Блокировка и насыщение канала. Теория селективности.
11. Активный транспорт. Электрогенные ионные насосы. Натрий-калиевый насос. Симпортные и антипортные системы.
12. Липидные поры: стабильность и проницаемость мембран.
13. Биоэлектрические потенциалы. Потенциал покоя.
14. Потенциал действия. Уравнение Ходжкина-Хаксли. Ионные токи во время потенциала действия. Его фазы. Понятие рефрактерности.
15. Распространение потенциала действия. Особенности проведения нервного импульса в миелинизированных и немиелинизированных нервных волокнах.
16. Передача нервного импульса. Химическая и электрическая синаптическая

передача.

17. Структура мышцы и мышечных белков. Молекулярный механизм сокращения.
18. Механика мышечного сокращения.

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

Основная:

1. Биофизика : Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / В.Ф. Антонов [и др.] ; Под ред. В. Ф. Антонова. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ВЛАДОС, 2003. - 288 с. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 283-284. - ISBN 5-691-01037-9 :75.04. 20 экз
2. Практикум по биофизике: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. Ф. Антонов [и др.]. - М. : ВЛАДОС, 2001. - 352 с. : ил. - (Серия "Практикум для вузов"). - ISBN 5-691-00698-3 : 53.94. 53 экз
3. Рубин, А.Б. Биофизика : Учеб.для студ.биолог.фак. Т.2 : Биофизика клеточных процессов / А. Б. Рубин. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : Книжный дом "Университет", 2000. - 468 с. - Библиогр.: с. 457-458. - ISBN 5-8013-0047-3 : 80.00. 8 экз

Дополнительная:

1. Волькенштейн, Михаил Владимирович. Биофизика : учеб. пособие / М. В. Волькенштейн. - Изд. 3-е, стер. - СПб. : Питер, 2008. - 594, [2] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 583-586. - Предм. указ.: с. 587-591. - ISBN 978-5-8114-0851-1 : 726.88. 3 экз
2. Идиатулин, Валентин Сергеевич. Основные понятия физики и биофизики : [учеб. пособие для студ.] : допущено М-вом сельского хозяйства РФ / В. С. Идиатулин. - СПб. : Лань, 2008. - 94, [2] с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 91. - Предм. указ.: с. 92-94. - ISBN 978-5-8114-0834-4 : 148.06. 9 экз
3. Медицинская и биологическая физика. Практ.: Учеб. пос. / В.Г.Лещенко, Г.К.Ильич и др.; Под ред. В.Г.Лещенко - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013 - 334 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавр.). (п) ISBN 978-5-16-006664-6, 1500 экз. <http://znanium.com/catalog/product/406747>
4. Никиян, А. Биофизика: конспект лекций / А. Никиян, О. Давыдова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2013. - 104 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259291>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. - Web of Science, путь доступа: <http://webofscience.com>;
2. - Scopus, путь доступа: <https://www.scopus.com>;
- РИНЦ, путь доступа: <https://elibrary.ru>;
4. - СПС КонсультантПлюс;
5. - ФГБУ «Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина»;
6. - Аннотированная библиографическая база данных журнальных статей MAPS.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; мультимедийный проектор; персональный компьютер; доска меловая, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)
---	---	--

