Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет естественно-географический
Кафедра биологии и химии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0233C9D60038B01A9E48C1A3FBB4A9D9F6
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 07.07.2023 до 28.04.2038

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической
работе С.Н. Титов

БИОФИЗИКА

Программа учебной дисциплины биологического модуля

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки
06.04.01. Биология

направленность (профиль) образовательной программы
Биоинформатика и системная биология

(очно-заочная форма обучения)

Составитель: Коняев И.С., к.б.н., доцент кафедры биологии и химии

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета естественно-географического факультета, протокол от «31» мая 2023 г. №6

Ульяновск, 2023

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биофизика» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) Биологического модуля учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы «Биоинформатика и системная биология», очно-заочной формы обучения.

Для освоения дисциплины используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения курса Современные проблемы биологии.

Результаты изучения дисциплины «Биофизика» являются теоретической и методологической основой для изучения дисциплин: «Молекулярные механизмы функционирования живых систем», «Основы генетической и белковой инженерии».

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Биофизика» является формирование у магистрантов представлений об основных биофизических явлениях в клетках, биофизических свойствах клеточных мембран, молекулярных систем.

В результате освоения программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Биофизика»:

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК 2 Организация, выполнение и управление качеством лабораторных исследований - физико-химических, гематологических, иммуногематологических, общеклинических, биохимических, иммунологических, токсикологических, молекулярно-биологических, генетических, цитологических, микробиологических (бактериологических, микологических, вирусологических, паразитологических).			

ИПК 2.1. Применяет знания стандартных и иных методик отбора и транспортировки отобранных проб согласно руководящей документации.		ОР-1 Применяет знания стандартных и иных методик отбора и транспортировки отобранных проб	
ИПК 2.2. Владеет методами подготовки проб к лабораторному анализу в зависимости от метода исследования согласно руководящей документации.			ОР-2 Владеет методами подготовки проб к лабораторному анализу в зависимости от метода исследования
ИПК 2.3. Проводит лабораторный анализ с использованием лабораторного оборудования согласно руководящей документации.		ОР-3 Проводит лабораторный анализ с использованием лабораторного оборудования	
ИПК 2.4. Владеет навыками анализа полученных данных, статистической обработки хранения и документации результатов.			ОР-4 Владеет навыками анализа полученных данных, статистической обработки хранения и документации результатов
ИПК 2.5. Способен оформлять отчеты, с применением графиков, генерированных таблиц и др.		ОР-5 Способен оформлять отчеты	

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

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Лабораторные занятия, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
3	3	108	4	-	16	88	зачет
Итого:	3	108	4	-	16	88	зачет

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

3.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий, оформленных в виде таблицы:

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам обучения		
	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема I. Предмет и методы биофизики. Термодинамика биологических процессов.	2	2	11
Тема II. Молекулярная биофизика.	–	2	11
Тема III. Биофизика клеточных процессов.	–	2	11
Тема IV. Биофизика сократительных систем.	2	2	11
Тема V. Биофизика рецепции.	–	2	11
Тема VI. Биофизика фотобиологических процессов.	–	2	11
Тема VII. Радиационная биология.	–	2	11
Тема VIII. Электромагнитная биология. Рубежный контроль.	–	2	11
ИТОГО:	**4**	**16**	**88**

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса

Тема I. Предмет и методы биофизики. Термодинамика биологических процессов.

Предмет и задачи биофизики. Биофизика как наука. Основные методологические принципы. История развитиябиофизики. Методы биофизических исследований. Энергия и работа в биологических системах. Энтропия и биосфера.

Тема II. Молекулярная биофизика.

Пространственная организация биополимеров. Различныесостояния биополимеров. Условия образования клубка иглобулы. Типы объемных взаимодействий в макромолекулах: водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса, электростатические взаимодействия. Внутренняя энергия и поворотная изомерия молекул. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия. Взаимодействие макромолекул срастворителем. Внутримолекулярная динамика белков.Зависимость функциональной активности макромолекулот их конформационной подвижности. Методы изучениявнутримолекулярной динамики: люминесцентная спектроскопия, ЭПР, ЯМР, гамма-резонансная спектроскопия.Типы движения в белках. Электронные свойства биополимеров. Электронные уровни, возбужденные состояниях трансформация энергии в биоструктурах.

Тема III. Биофизика клеточных процессов.

Физико-химические особенности биологических мембран.Структурная организация биологических мембран. Молекулярные взаимодействия в биомембранах. Молекулярная подвижность компонентов мембран.Механические свойства биомембран. Поверхностный заряд мембранных систем. Биофизика транспортавеществ через мембраны. Активный и пассивный транспорт. Проницаемость мембрандля воды. Электрохимическийпотенциал. Ионныеканалы: типы и строение. Индуцированный ионныйтранспорт. Ионные насосы. Транспортпротонов в мембранах. Энергетика клеток растений и животных (запасание энергии в митохондриях и хлоропластах). Механизмы энергетическогосопряжения.

Тема IV. Биофизика сократительных систем.

Мышца как механохимический преобразователь энергии.Особенности строения и функционирования гладкой, поперечно-полосатой и сердечной мышц. Роль кальция вфункционировании сократительных систем.

Тема V. Биофизика рецепции.

Общие закономерности рецепции. Генераторный потенциал. Фоторецепция. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны. Зрительные пигменты. Ранние ипоздние рецепторные потенциалы. Механорецепция. Рецепторы кожи, проприорецепторы. Работа органа слуха.Хеморецепция. Обоняние. Вкус. Особенности гормональной и медиаторной рецепции. Проблема клеточного узнавания.

Тема VI. Биофизика фотобиологических процессов.

Виды фотобиологических процессов. Взаимодействиеквантов с молекулами. Первичные фотобиологическиереакции. Фотохимические процессы при фотосинтезе. Действие ультрафиолетового излучения.

Тема VII. Радиационная биология.

Характеристика процессов поглощения различных видовионизирующего излучения. Зависимость биологическогоэффекта от величины поглощенной дозы. Лучевое поражение

макромолекул. Радиолиз воды и липидов. Действиеионизирующих излучений на клетку. Первичные физико-химические процессы в облученной клетке. Действие ионизирующей радиации на многоклеточный организм.Сравнительная радиочувствительность биологических

объектов. Физическая, биофизическая и общебиологическая реакция организма на облучение. Изотопный анализ.

Тема VIII. Электромагнитная биология.

Электрические поля в живой природе. Генерация электромагнитных полей биообъектами. Рецепция электрического поля.Рецепция магнитного поля.Влияние на биосистемы внешних электромагнитных полей. Патологические аспекты электромагнитной биологии.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов.

Аудиторная самостоятельная работа подразумевает ведение тетради по практикуму, где студент отражает ход каждого практического занятия. Текущая аттестация с целью мониторинга качества обучения и балльно-рейтинговой оценки успеваемости студента представлена следующими работами: решение тестовых заданий, подготовка рефератов или докладов-презентаций.

Для рубежного контроля знаний студентам предлагается выполнение контрольного тестирования.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает приобретение студентами навыков работы с учебной и научно-исследовательской литературой и осуществляется в форме подготовки к заданиям текущей аттестации.

ОС-1 Пример тестового задания

Какой диапазон частот соответствует звуку?

а) 20 Гц

б) 100-1000 Гц

в) 20-20000 Гц

г) выше 20000 Гц

Какое излучение называют ионизирующим?

а) потоки частиц и ионов, взаимодействие которых со средой приводит к возбуждению ее атомов и молекул

б) поток ионов, образовавшихся при радиоактивном распаде

в) излучение с длиной волны 0,74мкм - 2000 мкм, способное восприниматься особыми рецепторами кожи

г) потоки частиц и электромагнитных волн, взаимодействие которых со средой приводит к ионизации ее атомов и молекул

Какие вещества входят в состав биологической мембраны?

а) ДНК, РНК, белки

б) фосфолипиды, гликолипиды, белки

в) нуклеопротеиновые комплексы, углеводы

г) актин, тубулин, глиапротеин

Антиоксидантной активностью обладают вещества:
а) озон, пероксид водорода
б) этанол, насыщенные жирные кислоты
в) аскорбиновая кислота, β-каротин
г) все варианты не верны

Пассивным транспортом через мембрану называют:
а) транспорт по электрохимическому градиенту без затрат метаболической энергии энергии
б) транспорт с помощью специализированного переносчика с использованием энергии АТФ
в) транспорт против электрохимического градиента с затратой метаболической энергии
г) транспорт с помощью ионного насоса

Потенциалом покоя называется:
а) разность потенциалов, возникающая между поврежденным и неповрежденным участком мембраны клетки, находящейся в состоянии физиологического покоя
б) разность потенциалов, возникающая между внутренней и внешней сторонами мембраны, измеренная в состоянии физиологического покоя.
в) кратковременное установление разности потенциалов между внутренней и наружной сторонами мембраны при действии раздражителя.
г) разность потенциалов, возникающая между поврежденным и неповрежденным участком мембраны клетки при нанесении раздражения.

Потенциалом действия называется:
а) разность потенциалов, возникающая между внутренней и внешней сторонами мембраны, измеренная при нанесении раздражения
б) разность потенциалов, возникающая между внутренней и внешней сторонами мембраны, измеренная в состоянии физиологического покоя
в) кратковременное изменение проницаемости мембраны для ионов Na^+, K^+, Cl^-
г) кратковременное изменение мембранного потенциала при действии пороговых величин раздражителей

Восстановление ионного состава цитоплазмы, нарушенного возникновением потенциала действия протекает за счет:
а) диффузии ионов Na^+
б) диффузии ионов Ka^+
в) диффузии ионов Ca^{2+}
г) работы натрий-калиевого насоса

Какие из перечисленных процессов можно отнести к активному транспорту?
а) переход ионов калия и натрия из межклеточной среды внутрь клетки.
б) переход ионов натрия из межклеточной среды внутрь клетки, калия – из клетки
в) переход ионов натрия из клетки в межклеточную среду, ионов калия – внутрь клетки.
г) переход ионов натрия и калия из межклеточной среды внутрь клетки

На электрокардиограмме расстояние между соседними зубцами *R* составляет 30 мм. Скорость подачи ленты при записи составляла 25 мм/с. Определите частоту сердечных сокращений в одну минуту при правильном сердечном ритме.
а) 50 уд./мин.
б) 54 уд./мин.

в) 60 уд./мин.
г) 64 уд./мин.

Какую мощность в среднем развивает сердце?
а) 0.55 Вт.
б) 1 Вт
в) 3.3 Вт
г) 10 Вт

Вязкостью называют способность биологических тканей:
а) противодействовать изменениям формы при каком-либо деформирующем воздействии
б) противодействовать разрушениям под действиям внешних сил
в) изменять размеры под действием внешних сил
г) восстанавливать исходные размеры и форму после снятия внешних деформирующих воздействий

Эластичностью называют способность биологических тканей:
а) противодействовать внешним нагрузкам
б) восстанавливать исходные размеры и форму после снятия внешних воздействий
в) изменять размеры под действием внешних сил
г) противодействовать разрушениям под действиям внешних сил

Две живые растительные клетки контактируют друг с другом. Осмотическое давление клеточного сока в первой клетке 1,1 мПа, во второй 0,9 мПа; тургорное давление в первой клетке 0,8 мПа, во второй 0,6 мПа. Вода будет:
а) поступать из первой клетки во вторую
б) поступать из второй клетки в первую
в) находиться в динамическом равновесии между клетками
г) переходить в свободное состояние

Условием поглощения воды растением является:
а) более высокий водный потенциал почвы, чем водный потенциал корня
б) высокая концентрация осмотически активных веществ в структуре почвы
в) высокая сила сцепления между молекулами воды и клетками ризодермы корня
г) более высокий водный потенциал корня, чем водный потенциал почвы

Почему корни растений слабо поглощают воду из холодных почв?
а) повышается вязкость цитоплазмы клеток корня
б) понижается проницаемость цитоплазмы клеток корня
в) при низких температурах угнетается интенсивность обмена веществ (в первую очередь, дыхание) в клетках корня
г) верно всё, указанное в пунктах а), б), в)

Какое из предложенных утверждений теоретически правильно и объясняет тот факт, что при общей небольшой площади устьичных отверстий (не более 1% от площади листьев) интенсивность транспирации при благоприятных условиях водоснабжения приближается к интенсивности эвапорации с площади, равной общей площади поверхности листа?
а) скорость диффузии паров воды через малые отверстия пропорциональна их суммарной площади
б) скорость диффузии воды через капилляры пропорциональна их количеству и обратно пропорциональна их диаметру

в) скорость диффузии паров воды через малые отверстия пропорциональна не площади отверстий, а диаметру или длине окружности

г) ни одно из утверждений не верно

Результатом циклического транспорта электронов по тилакоидной мембране является:

а) создание протонного градиента на мембране и синтез АТР

б) создание протонного градиента на мембране и восстановление $NADP^+$

в) создание протонного градиента на мембране и фотолиз воды

г) верно всё, указанное в пунктах а), б), в)

Процесс восстановления углекислого газа до углеводов осуществляется в ходе темновых реакций. Какие из перечисленных признаков характерны для этих реакций?

а) для их осуществления нужна темнота; не зависят от температуры; идут быстрее световых

б) наличие света не обязательно; зависят от температуры; идут медленнее световых

в) реакции идут в синем свете, протекают одновременно со световыми

г) реакции идут в краном свете, протекают одновременно со световыми

Компонентом фоторецептора сетчатки глаза является:

а) ретиналь

б) фитохром

в) ферредоксин

г) цитохром

Примерные темы рефератов, докладов-презентаций

1. Теорема И. Пригожина и направленность эволюции биосистем. Энтропия и биологический прогресс.
2. Типы объемных взаимодействий в макромолекулах.
3. Транспортные АТФ-азы, их классификация и роль в активном транспорте ионов.
4. Работа АТФ-синтазного комплекса в клеточных мембранах.
5. Состояние воды в биополимерах. Гидрофобные взаимодействия.
6. Эволюция представлений о строении биомембран.
7. Фотобиологические процессы в природе.
8. Типы энергетического обмена в биосистемах.
9. Виды ионизирующих излучений. Естественный радиационный фон.

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Геномика и протеомика: методические разработки лабораторных занятий для студентов направления 06.04.01 Биология, профиль «Биотехнология с основами нанотехнологий» / И. С. Коняев ; ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова». — Ульяновск : ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2016. — 12 с.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у магистранта компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки магистрантов необходимо использовать как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Типы контроля:

Текущая аттестация представлена следующими работами: решение тестовых заданий, решение ситуационных задач, выполнение «кейс-заданий», подготовка рефератов, выполнение заданий рубежного контроля.

Промежуточная аттестация завершает изучение разделов дисциплины, помогает оценить формирование компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: тесты, рефераты, контрольная работа. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1 Тест ОС-2 Реферат	ОР-1 Применяет знания стандартных и иных методик отбора и транспортировки отобранных проб ОР-2 Владеет методами подготовки проб к лабораторному анализу в зависимости от метода исследования ОР-3 Проводит лабораторный анализ с использованием лабораторного оборудования ОР-4 Владеет навыками анализа полученных данных, статистической обработки хранения и документации результатов ОР-5 Способен оформлять отчеты
	Оценочные средства для промежуточной аттестации ОС-3 Зачет	

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а также процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Биофизика».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-3 Зачет в устной форме
Примерный перечень вопросов к зачету

1. Предмет и задачи биофизики. Основные этапы развития биофизики. Методы исследования в биофизике.
2. Кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Регуляция ферментативных процессов. Ингибиторы, активаторы.
3. Состояния макромолекул. Условия образования клубка и глобулы. Факторы стабилизации макромолекул.
4. Состояние воды в биополимерах. Гидрофобные взаимодействия.
5. Структура и функции биологических мембран. Типы взаимодействий и подвижность мембран.
6. Пассивный мембранный транспорт.Транспорт воды. Осмос.
7. Мембранные ионные каналы, переносчики.
8. Активный транспорт ионов в мембранах
9. Потенциал действия. Связь с ионной проницаемостью. Проводимость каналов.
10. Распространение возбуждения. Скорость проведения возбуждения. Передача возбуждения в синапсах. Генераторный потенциал.
11. Движение крови по сосудам. Сопротивление сосудистого русла.Факторы, влияющие на вязкость крови.
12. Сократительные системы. Механизмы мышечного сокращения.
13. Оптическая система глаза. Виды рефракции.
14. Основные закономерности рецепции. Звуковая рецепция. Хеморецепция. Восприятие вкуса и запаха.
15. Поглощение света веществом. Спектр поглощения. Электронные переходы при поглощении света и люминесценция.
16. Действие ультрафиолетового излучения на биополимеры и биомембраны.
17. Основные фотохимические реакции. Световая и темновая стадии фотосинтеза.
18. Поглощение ионизирующего излучения тканями организма. Биологические последствия радиоактивного облучения.Применение ионизирующих излучений в биологии и медицине.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Зачет
3 семестр	Разбалловка по видам работ	2 х 1=2 баллов	8 х 1=8 баллов	226 баллов	64 балла
	Суммарный макс. балл	2 балла max	10 баллов max	236 баллов max	300 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося

	Баллы (3 ЗЕ)
зачет	более 150
незачет	150 и менее

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Лекционные и лабораторные занятия должны подчиняться последовательному системному подходу. Изучение материала направлено на формирование в сознании студентов устойчивых междисциплинарных связей.

В изложении теоретического материала наиболее эффективен проблемный подход, активирующий познавательную деятельность студентов. Требуется применение наглядного и демонстрационного материала (таблиц, видеосюжетов, презентаций, моделей и т.п.).

Деятельность преподавателя при проведении лабораторных занятий направлена на совершенствование у магистрантов индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы.

В начале практического занятия преподаватель определяет цель, формулирует основные вопросы и проблемы по изучаемой теме. В конце занятия подводятся итоги, формулируются выводы, решения, проводятся упражнения на закрепление знаний и т.п. Преподаватель оценивает работу, ответы и выступления студентов на занятии.

Заблаговременно преподаватель должен дать задание студентам для самостоятельной подготовки по теме следующего лабораторного занятия.

Значительная доля учебной работы обучающихся по дисциплине отводится на самостоятельную подготовку. Магистрант при содействии преподавателя овладевает навыками самостоятельной работы с учебной и научно-исследовательской литературой.

Планы лабораторных занятий

На практических занятиях магистрант должен строго следовать инструкциям и порядку, которые определяет преподаватель. На занятии каждый студент имеет возможность проверить глубину усвоения учебного материала, показать знание понятий, терминов, законов, нормативных документов по изучаемой теме. Оформление работы ведется обучающимся в специальной тетради.

Практическое занятие № 1. Введение в биофизику. Правила техники безопасности в биофизической лаборатории.

Практическое занятие № 2. Физические свойства цитоплазмы.

Практическое занятие № 3. Мембранный транспорт. Термодинамические закономерности осмоса.

*Практическое занятие № 4.*Биофизика сократительных систем.

Практическое занятие № 5. Биофизика рецепции.

Практическое занятие № 6. Фотохимические процессы при фотосинтезе.

Практическое занятие № 7. Действие ионизирующей радиации на биологические объекты.

Практическое занятие№ 8. Генерация электромагнитных полей биообъектами. Рецепция электромагнитных полей. Рубежный контроль.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Кутимская, М. А. Физика и биофизика : учебное пособие / М. А. Кутимская. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2013 — Часть 1 — 2013. — 167 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156806

2. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика: Сверхнизкочастотные излучения / Ю. Б. Кудряшов, А. Б. Рубин. – Москва : Физматлит, 2014. – 217 с. : ил., схем., табл. ISBN 978-5-9221-1565-0. URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275552

3. Кутимская, М. А. Физика и биофизика: термодинамика и биоэнергетика : учебное пособие / М. А. Кутимская. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2013. — 142 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156808

Дополнительная литература

1. Максимов Г.В. Биофизика возбудимой клетки. Москва–Ижевск: Издательство Института компьютерных исследований, 2016. 207 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467920

2. Биофизика и биоматериалы: учебное пособие / А.А. Новиков, Д.А. Негров, В.Ю. Путинцев, А.Р. Мулюкова; Минобрнауки России; Омский государственный технический университет. Омск: Издательство ОмГТУ, 2017. 115 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493260

Интернет-ресурсы

1. diophys - https://www.google.com/search?q=biophysics&hl=ru&tbo=u&tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=X_QIUdylNZKP4gTV44HIAg&
2. sbgn – http://sbgn.org/
3. Рубин А.Б. Биофизика - http://bio-phys.narod.ru/index.html
4. Электронная библиотека - http://scintific.narod.ru/nlib/

Лист согласования рабочей программы
учебной дисциплины (практики)

Направление подготовки: 06.04.01 Биология
Профиль: Биоинформатика и системная биология
Рабочая программа Биофизика
Составитель: И.С. Коняев – Ульяновск: УлГПУ, 2023.

Программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01. Биология, утверждённого Министерством образования и науки Российской Федерации, и в соответствии с учебным планом.

Составители _____ И.С. Коняев
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины (практики) одобрена на заседании кафедры биологии и химии "5" мая 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой

_____ Н.А. Ленгесова _____
личная подпись *расшифровка подписи* *дата*

Рабочая программа учебной дисциплины (практики) согласована с библиотекой

Сотрудник библиотеки

_____ Ю.Б. Марсакова 30.05.23
личная подпись *расшифровка подписи* *дата*

Программа рассмотрена и одобрена на заседании ученого совета естественно-географического факультета "31" мая 2023 г., протокол №6

Председатель ученого совета естественно-географического факультета

_____ Д.А. Фролов _____
личная подпись *расшифровка подписи* *дата*