

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра теоретической физики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ФТФ, член корреспондент
РАН, д.ф.-м.н.

_____ А.К. Чернышев
« ____ » _____ 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные проблемы естествознания и устойчивого развития:

специальные главы биофизики

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	<u>03.03.01 Прикладные математика и физика</u>
Наименование образовательной программы	<u>Физика живых систем</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>магистр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТФ,

протокол № * от ***** 2023 г.

« ____ » _____ 2023 г.

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ТФ,

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ТФ,

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ТФ,

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ТФ,

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой ТФ,

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/
1	32	3	108	16	32	0	60	36	Зач.
ИТОГО	32	3	108	16	32	0	60	36	Зач.

АННОТАЦИЯ

Дисциплина "Современные проблемы естествознания и устойчивого развития: специальные главы биофизики" изучает разделы биофизики живых организмов, выходящие за рамки программы курсов «Биофизика клетки»/«Биохимия метаболизма», однако являющиеся важными для понимания студентами строения и механизмов функционирования живых клеток, тканей и органов. В ходе изучения дисциплины студенты знакомятся с теорией химической кинетики, проблемами кальциевой сигнализации в различных типах клеток и тканей, аспектами механики подвижных клеток.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью данного курса является формирование у студентов системных знаний о физических закономерностях функционирования клеток и тканей, о физических, структурных и механических свойствах клеток и тканей. Студенты также должны получить представление об особенностях клеточной сигнализации, опосредованной ионами кальция. Эти знания необходимы для более эффективного изучения и понимания других дисциплин биологического профиля, обеспечивают усвоение студентами принципов системного научного анализа и научной методологии.

Задачами освоения дисциплины "Современные проблемы естествознания и устойчивого развития: специальные главы биофизики" являются:

- сформировать представления о физических, структурных и механических особенностях функционирования клеток и клеточных структур,
- дать стройное понимание современных проблем и методологии клеточных и мембранных процессов, основных понятий, законов и моделей, применяемых в биофизике клеточных систем,
- научить использованию аппарата теории химической кинетики для описания биохимических и сигнальных процессов внутри клетки.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Современные проблемы естествознания и устойчивого развития: специальные главы биофизики» относится к обязательной части рабочего учебного плана по направлению 03.04.01 «Прикладные математика и физика».

Для успешного освоения дисциплины «Современные проблемы естествознания и устойчивого развития: специальные главы биофизики» необходимы компетенции, формируемые в результате освоения следующих дисциплин:

- Уравнения математической физики
- Вычислительная математика
- Общая физика
- Химия
- Методы моделирования эксперимента

Изучение дисциплины «Современные проблемы естествознания и устойчивого развития: специальные главы биофизики» необходимо для успешного освоения следующих дисциплин:

- Математическое моделирование биологических процессов
- Молекулярная биология

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	3-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий
УКЦ-2 Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	3-УКЦ-2 Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий
ОПК-1 Способен применять фундаментальные и прикладные знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности	3-ОПК-1 Знать фундаментальные и прикладные основы, полученные в области физико-математических и естественных наук, знать методы анализа информации для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности. У-ОПК-1 Уметь использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности. В-ОПК-1 Владеть навыками обобщения, синтеза и анализа фундаментальных знаний, для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности, владеть научным мировоззрением
ОПК-2 Способен самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства их разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру (в соответствии с избранным направлением прикладных математики и физики)	3-ОПК-2 Знать современные теоретические, в том числе математические и экспериментальные методы исследований для решения профессиональных задач. У-ОПК-2 Уметь самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства из разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру (в соответствии с избранным направлением прикладных математики и физики). В-ОПК-2 Владеть навыками проведения фундаментальных и прикладных исследований и разработок, работы на современной экспериментальной научно-

	исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре
--	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский и инновационный			
Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам темы в рамках предметной области по профилю специализации	Физиология человека на разных уровнях (молекулярном, клеточном, органном, целого организма), медицинская биохимия, математические модели для теоретического и численного исследований явлений и закономерностей в указанных выше областях биофизики	ПК-1 Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств	З-ПК-1 Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств. У-ПК-1 Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи, оценивать результаты исследований; проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива В-ПК-1 Владеть навыками выбора и использования математических моделей для научных исследований и (или) разработки новых технических средств самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ неде- ли	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. заня- тия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Макси- мальный балл (см. п. 5.3)
Семестр № 1								
1.	Название раз- дела							
1.1.	Кинетика био- логических процессов. Ди- намические модели биоло- гических про- цессов.	1	3	6		10		
1.2.	Кинетика фер- ментативных процессов.	3	2	4		8	УО	
1.3	Уравнения хи- мической ки- нетики.	5	2	4		10	УО	
Рубежный контроль		6	Контр.					20
2.	Название раз- дела							
2.1.	Внутриклеточ- ная кальциевая сигнализация.	7, 9	3	6		8		
2.2.	Межклеточная кальциевая сигнализация.	11	2	4		8	УО	
2.3	Строение и механика клет- ки.	13	2	4		8	УО	
2.4	Моделирова- ние движения клетки.	15	2	4		8	УО	
Рубежный контроль		16	Контр.					25
Промежуточная атте- стация			Экзамен				36	0 - 50
Посещаемость								5
Итого:								100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1. Уравнения химической кинетики	
1.1.	Кинетика биологических процессов. Динамические модели биологических процессов.	Кинетика биологических процессов Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Понятие адекватности модели реальному объекту. Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы. Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний. Гистерезисные явления. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость. Примеры. Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования.
1.2.	Уравнения химической кинетики.	Стехиометрическое уравнение реакции. Простые (элементарные) и сложные химические процессы, механизм реакции. Гомогенные и гетерогенные реакции. Замкнутые и открытые системы. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Температурная зависимость константы скорости. Закон Аррениуса. Типы элементарных реакций. Кинетика необратимых реакций первого, второго и третьего порядков. Линейные анаморфозы. Обратимая реакция первого порядка. Время установления равновесия. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физике ферментативного катализа. Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций. Общие принципы анализа более сложных ферментативных реакций. Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.
1.3.	Уравнения типа «реакция-диффузия».	Химическая реакция и диффузия. Эффект “клетки”. Диффузионная и кинетическая области реакции. Диффузионная константа скорости. Коэффициент относительной диффузии, реакционный радиус. Реакции между ионами. Влияние растворителя на диффузионную константу. Радиус Онзагера. Метод активированного комплекса для жидкофазных реакций.
2.	Название раздела 2. Клеточная сигнализация	
2.1.	Внутриклеточная кальциевая сигнализация.	Основные принципы регуляции активности ферментов и метаболических процессов. Аллостерия и регуляция метаболитами. Понятие о рецепторах, агонистах и антагонистах. Сродство агониста к рецептору. Общие механизмы и этапы передачи

		внешних сигналов внутрь клетки. Композиция и основные характеристики элементов сигнальных систем – сигнальных каскадов клетки. Рецепторный, мембранный, и цитоплазматический уровни, их общие черты и различия. Понятие о вторичных посредниках, их основные представители и разнообразие способов действия. Формирование сигнальных сетей и механизмов обратной связи. Положительная обратная связь с участием ионов Ca^{2+} . Роль механизмов обратной связи и переадресации сигнала в регуляции его длительности и зависимость клеточного ответа от длительности сигнала. Рецепторы, сопряженные с Gq-белками и активация трисфосфоинозитид-зависимого каскада, приводящего к активации протеинкиназы C и повышению внутриклеточной концентрации Ca^{2+} . Роль митохондрий и их положения относительно других органелл. Роль Ca^{2+} в регуляции сокращения мышц. Роль ионов кальция в регуляции метаболической гибкости гепатоцита. Роль ионов кальция в регуляции экзоцитоза инсулина бета-клетками поджелудочное железы.
2.2.	Межклеточная кальциевая сигнализация.	Контактная функция плазматической мембраны. Контактные и дистантные межклеточные взаимодействия. Контактная функция плазматической мембраны. Классификация и биохимическая организация межклеточных контактов. Характеристика временных и постоянных контактов; контактов простого и сцепляющего типов; адгезионных, замыкающих и проводящих контактов. Синаптическая передача сигнала. Нейромедиаторы и нейромодуляторы. Синтез, хранение, метаболизм, выделение и деградация медиатора. Связывание с рецептором. Современные методы изучения локализации и реализации действия медиаторов. Дистантные взаимодействия. Варианты гуморальной регуляции (эндокринная, паракринная, аутокринная). Реализация внеклеточных сигналов внутри клетки. Эффекторы, вторичные мессенджеры и их мишени (адаптерные молекулы, сигнальные ферменты, конечные мишени). Молекулярные механизмы передачи сигнала пептидными, стероидными и тиреоидными гормонами, катехоламинами.
2.3.	Строение и механика клетки.	Основные типы, молекулярная организация и исполнительные механизмы систем, обеспечивающих движение клетки. Транспортная и сократительная функция цитоскелета. Системы движения, основанные на полимеризации (деполимеризации) и взаимодействии микротрубочек и актиновых нитей. Строение и конформационные перестройки цитоскелета. Динамика адгезивных контактов при движении клетки по субстрату: визуализация с помощью химерных конструкций интегрирующих и флуоресцентных белков. Формирование интегринами «молекулярного замка», обеспечивающего сопряжение протрузионной активности переднего края и подтягивания за счет сокращения в теле клетки. Разнообразие белков, привлекаемых интегринами и интегриновый интерактом. Src и FAK – основные цитозольные тирозинкиназы, привлекаемые интегринами для запуска сигнала внутрь клетки. Динамическая регуляция образования, созревания и разрушения адгезивных контактов с участием Src-, FAK-киназ и малых Rho-ГТФ-аз.
2.4.	Моделирование движения клетки.	Типы моделей. Вязко-упругая модель механики клетки. Влияние трения и внутриклеточной сигнализации. Моделирование клеточной адгезии. Сравнение с экспериментом.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1. Уравнения химической кинетики	
1.1.	Кинетика биологических процессов. Динамические модели биологических процессов.	Временная иерархия и принцип "узкого места" в биологических системах. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные. Способы математического описания пространственно неоднородных систем.
1.2.	Уравнения химической кинетики.	Связь константы скорости прямой и обратной реакции с константой равновесия. Принцип детального равновесия. Методы определения порядка реакции. Определение энергии активации.
1.3.	Уравнения типа «реакция-диффузия».	Сольватация. Влияние растворителя на кинетическую константу. Зависимость от диэлектрической проницаемости. Влияние ионной силы электролита.
2.	Название раздела 2. Клеточная сигнализация	
2.1.	Внутриклеточная кальциевая сигнализация	Концентрационные зависимости связывания гормона с рецептором <i>in vitro</i> и биологического эффекта <i>in vivo</i> . Зависимость суммарного биологического ответа к агонисту от его концентрации в крови и представленности рецепторов в клетках различных тканей. Механизмы регуляции фракции свободных и связанных агонистов в системе циркуляции.
2.2.	Межклеточная кальциевая сигнализация.	Рецепторные пути передачи информации. Мембранные рецепторы и сигнальные молекулы. Управляемые лигандами ионные каналы. Рецепторы с собственной активностью. Тирозинкиназы. Рецепторы без собственной активности. Цитокиновые рецепторы. Рецепторы, переносящие лиганды через мембрану. Серпентиновые рецепторы. Рецепторы, освобождающие факторы транскрипции.
2.3.	Строение и механика клетки	Тубулины, G- и F-актин, миозин, MAP и БАМ и другие белки как элементы "конструктора" для построения цитоскелета. Микрофиламенты, микротрубочки, промежуточные филаменты. Интегрины как рецепторы клеточной адгезии и их лиганды – белки внеклеточного матрикса. Строение альфа-бета интегринов, реализация связи цитоскелета с матриксом.
2.4.	Моделирование движения клетки	Различные модели клеточной адгезии. Моделирование движения клетки на различных субстратах. Хемотаксис.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 1				
Раздел 1	1.1. Кинетика биологических процессов. Динамические модели биологических процессов	УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ОПК-2 ПК-1	3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1	
			3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2	
	1.2. Уравнения химической кинетики		3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1	УО - 3
	1.3. Уравнения типа «реакция-диффузия»		3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО - 5
Рубежный контроль		УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ОПК-2 ПК-1	3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1	Контр -6
			3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2	
			3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1	
			3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2	
			3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	
Раздел 2	2.1. Внутриклеточная кальциевая сигнализация	УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ОПК-2 ПК-1	3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1	
			3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2	
	2.2. Межклеточная кальциевая сигнализация		3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1	УО – 11
	2.3. Строение и механика клетки		3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2	УО – 13
	2.4. Моделирование движения клетки		3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО – 15

Рубежный контроль	УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ОПК-2 ПК-1	3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1	Контр – 16
		3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2	
		3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1	
		3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2	
		3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	
Промежуточная аттестация	УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ОПК-2 ПК-1	3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1	Зачет
		3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2	
		3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1	
		3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2	
		3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	

5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля (УО)

1. Стехиометрическое уравнение реакции.
2. Гомогенные и гетерогенные реакции.
3. Замкнутые и открытые системы.
4. Скорость химической реакции.
5. Закон действующих масс.
6. Константа скорости реакции.
7. Температурная зависимость константы скорости.
8. Закон Аррениуса.
9. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
10. Диффузионная константа скорости.
11. Коэффициент относительной диффузии, реакционный радиус.
12. Реакции между ионами.
13. Влияние растворителя на диффузионную константу.
14. Радиус Онзагера.
15. Основные принципы регуляции активности ферментов и метаболических процессов.
16. Общие механизмы и этапы передачи внешних сигналов внутрь клетки.
17. Положительная обратная связь с участием ионов Ca^{2+} .
18. Роль митохондрий и их положения относительно других органелл.
19. Роль Ca^{2+} в регуляции сокращения мышц.
20. Классификация и биохимическая организация межклеточных контактов.
21. Синаптическая передача сигнала.
22. Эффекторы, вторичные мессенджеры и их мишени.
23. Транспортная и сократительная функция цитоскелета.
24. Строение и конформационные перестройки цитоскелета.

25. Вязко-упругая модель механики клетки.

26. Моделирование клеточной адгезии.

5.2.2. Оценочные средства для рубежного контроля (вопросы для письменной контрольной работы)

1. Стехиометрическое уравнение реакции. Простые (элементарные) и сложные химические процессы, механизм реакции. Гомогенные и гетерогенные реакции. Замкнутые и открытые системы. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции.
2. Температурная зависимость константы скорости. Закон Аррениуса. Типы элементарных реакций. Кинетика необратимых реакций первого, второго и третьего порядков.
3. Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций.
4. Химическая реакция и диффузия. Эффект “клетки”. Диффузионная и кинетическая области реакции. Диффузионная константа скорости. Коэффициент относительной диффузии, реакционный радиус. Реакции между ионами.
5. Влияние растворителя на диффузионную константу. Радиус Онзагера. Метод активированного комплекса для жидкофазных реакций.
6. Основные принципы регуляции активности ферментов и метаболических процессов. Аллостерия и регуляция метаболитами. Понятие о рецепторах, агонистах и антагонистах. Сродство агониста к рецептору. Общие механизмы и этапы передачи внешних сигналов внутрь клетки.
7. Понятие о вторичных посредниках, их основные представители и разнообразие способов действия. Формирование сигнальных сетей и механизмов обратной связи. Положительная обратная связь с участием ионов Ca^{2+} .
8. Роль Ca^{2+} в регуляции сокращения мышц. Роль ионов кальция в регуляции метаболической гибкости гепатоцита. Роль ионов кальция в регуляции экзоцитоза инсулина бета-клетками поджелудочной железы.
9. Классификация и биохимическая организация межклеточных контактов. Характеристика временных и постоянных контактов; контактов простого и сцепляющего типов; адгезионных, замыкающих и проводящих контактов.
10. Синаптическая передача сигнала. Нейромедиаторы и нейромодуляторы. Синтез, хранение, метаболизм, выделение и деградация медиатора.
11. Основные типы, молекулярная организация и исполнительные механизмы систем, обеспечивающих движение клетки. Транспортная и сократительная функция цитоскелета.
12. Системы движения, основанные на полимеризации (деполимеризации) и взаимодействии микротрубочек и актиновых нитей. Строение и конформационные перестройки цитоскелета.

5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (примерные вопросы к зачету)

1. Стехиометрическое уравнение реакции. Простые (элементарные) и сложные химические процессы, механизм реакции. Гомогенные и гетерогенные реакции. Замкнутые и открытые системы. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции.
2. Температурная зависимость константы скорости. Закон Аррениуса. Типы элементарных реакций. Кинетика необратимых реакций первого, второго и третьего порядков. Линейные анаморфозы. Обратимая реакция первого порядка. Время установления равновесия.
3. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физике ферментативного катализа. Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций.
4. Химическая реакция и диффузия. Эффект “клетки”. Диффузионная и кинетическая области реакции. Диффузионная константа скорости. Коэффициент относительной диффузии, ре-

- акционный радиус. Реакции между ионами. Влияние растворителя на диффузионную константу. Радиус Онзагера. Метод активированного комплекса для жидкофазных реакций.
5. Основные принципы регуляции активности ферментов и метаболических процессов. Аллостерия и регуляция метаболитами. Понятие о рецепторах, агонистах и антагонистах. Сродство агониста к рецептору. Общие механизмы и этапы передачи внешних сигналов внутрь клетки.
 6. Композиция и основные характеристики элементов сигнальных систем – сигнальных каскадов клетки. Рецепторный, мембранный, и цитоплазматический уровни, их общие черты и различия. Понятие о вторичных посредниках, их основные представители и разнообразие способов действия.
 7. Формирование сигнальных сетей и механизмов обратной связи. Положительная обратная связь с участием ионов Ca^{2+} . Роль механизмов обратной связи и переадресации сигнала в регуляции его длительности и зависимость клеточного ответа от длительности сигнала.
 8. Рецепторы, сопряженные с Gq-белками и активация трисфосфоинозитид-зависимого каскада, приводящего к активации протеинкиназы C и повышению внутриклеточного концентрации Ca^{2+} . Роль митохондрий и их положения относительно других органелл.
 9. Роль Ca^{2+} в регуляции сокращения мышц. Роль ионов кальция в регуляции метаболической гибкости гепатоцита. Роль ионов кальция в регуляции экзоцитоза инсулина бета-клетками поджелудочной железы.
 10. Контактная функция плазматической мембраны. Контактные и дистантные межклеточные взаимодействия. Контактная функция плазматической мембраны. Классификация и биохимическая организация межклеточных контактов. Характеристика временных и постоянных контактов; контактов простого и сцепляющего типов; адгезионных, замыкающих и проводящих контактов.
 11. Синаптическая передача сигнала. Нейромедиаторы и нейромодуляторы. Синтез, хранение, метаболизм, выделение и деградация медиатора. Связывание с рецептором. Современные методы изучения локализации и реализации действия медиаторов. Дистантные взаимодействия.
 12. Варианты гуморальной регуляции (эндокринная, паракринная, аутокринная). Реализация внеклеточных сигналов внутри клетки. Эффекторы, вторичные мессенджеры и их мишени (адаптерные молекулы, сигнальные ферменты, конечные мишени). Молекулярные механизмы передачи сигнала пептидными, стероидными и тиреоидными гормонами, катехоламинами.
 13. Основные типы, молекулярная организация и исполнительные механизмы систем, обеспечивающих движение клетки. Транспортная и сократительная функция цитоскелета. Системы движения, основанные на полимеризации (деполимеризации) и взаимодействии микротрубочек и актиновых нитей. Строение и конформационные перестройки цитоскелета.
 14. Динамика адгезивных контактов при движении клетки по субстрату: визуализация с помощью химерных конструкций интегри-связывающих и флуоресцентных белков. Формирование интегринами «молекулярного замка», обеспечивающего сопряжение протрузионной активности переднего края и подтягивания за счет сокращения в теле клетки.
 15. Разнообразие белков, привлекаемых интегринами и интегриновый интерактом. Src и FAK – основные цитозольные тирозинкиназы, привлекаемые интегринами для запуска сигнала внутрь клетки. Динамическая регуляция образования, созревания и разрушения адгезивных контактов с участием Src-, FAK-киназ и малых Rho-ГТФ-аз.
 16. Вязко-упругая модель механики клетки. Влияние трения и внутриклеточной сигнализации. Моделирование клеточной адгезии. Сравнение с экспериментом.

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЛИТЕРАТУРА:

1. Плутахин Г.А., Кошаев А.Г. Биофизика: учеб. пособие [для студ. вузов]. Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб., Лань, 2012. - 240 с.
2. Волькенштейн М.В. Биофизика: учеб. пособие — СПб., Лань, 2012. — 608с.
3. Васильев А. А. Медицинская и биологическая физика. Тестовые задания. 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2019. – 189 с.
4. Васильев А. А. Медицинская и биологическая физика. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / А. А. Васильев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 313 с.
5. Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. "Основы молекулярной биологии клетки" из-во Лаборатория знаний, 2018. ISBN 978-5-00101-087-6.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы): Докукина И.В., к. ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики

Рецензент(ы):