

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы физики
и исследований им. Ландау
А.В. Рогачев**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Биоинформатика и моделирование
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра биофизики
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составили:

И.Ю. Гущин, phd (к.ф.-м.н.)

А.А. Анучина, канд. биол. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры биофизики 28.01.2025

Аннотация

Дисциплина освещает вопросы применения физических методов исследования для решения прикладных медико-биологических задач.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Цель курса - сформировать у обучающихся целостное представление о теоретических основах и основных методах молекулярной биофизики, о биофизике мембранных процессов, структуре и функционировании биологических мембран, основных методах исследования мембранных процессов, о теоретических основах и основных методах изучения фотобиологических процессов, о теоретических основах и основных методах радиационной биофизики, об основных биофизических методах регистрации показателей функциональной деятельности, применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач

Задачи дисциплины

- 1) Знакомство обучающихся с теоретическими основами и основными методами молекулярной биофизики
- 2) Знакомство обучающихся с биофизикой мембранных процессов, структурой и функционированием биологических мембран
- 3) Знакомство обучающихся с теоретическими основами и основными методами радиационной биофизики
- 4) Знакомство обучающихся с основными биофизическими методами регистрации показателей функциональной деятельности, применением полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)

исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- 1) Теоретические основы и основные методы молекулярной биофизики
- 2) Теоретические основы биофизики мембранных процессов, структуры и функционирования биологических мембран
- 3) Теоретические основы и основные методы радиационной биофизики
- 4) Основные биофизические методы регистрации показателей функциональной деятельности, применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач

уметь:

- 1) формулировать и планировать задачи исследований в медицинской биофизики;
- 2) с помощью персонального компьютера находить библиографическую информацию по заданной тематике;
- 3) воспроизводить современные методы исследования и разрабатывать новые методические подходы для решения задач медико-биологических исследований;
- 4) использовать теоретические и методические подходы для изучения природы и механизмов развития патологических процессов;
- 5) определять и оценивать возможности моделирования патологических процессов;
- 6) использовать программные системы для обработки экспериментальных и клинических данных, изучения биохимических процессов в организме.
- 7) выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах;
- 8) критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;
- 9) генерировать новые идеи и методические решения;
- 10) осуществлять проектирование своей научной деятельности;
- 11) представлять свои научные результаты в устных докладах.

владеть:

- 1) методиками планирования и разработки схемы медико-биологических экспериментов;
- 2) основными методами лабораторно-биохимической и инструментальной диагностики;
- 3) спектрофотометрическим анализом различных биологических систем;
- 4) теоретическими и методическими подходами для изучения природы и механизмов развития патологических процессов.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Методы поиска и анализа белковых последовательностей.	10			20
2	Методы классического моделирования биомолекул.	8			16
3	Методы моделирования квантовой механики биомолекул.	12			24
Итого часов		30			60

Подготовка к экзамену	0 час.
Общая трудоёмкость	90 час., 2 зач.ед.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Введение

Цели и задачи курса. Повторение основ биохимии и молекулярной биологии

2. Электрическая проводимость органов и тканей.

Методы измерения электрической проводимости органов и тканей.

3. Общие закономерности работы органов чувств

Биофизические основы зрения, слуха, обоняния.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория с медиапроектором и экраном, доступом в сеть Интернет.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Методы в молекулярной биофизике: структура, функция, динамика [Текст] : в 2 т. : учеб. пособие для вузов / И. Сердюк, Н. Заккаи, Дж. Заккаи .— М. : КДУ, 2009 .— Т. 1. - 2009. - 568 с.
2. Методы в молекулярной биофизике: структура, функция, динамика [Текст] : в 2 т. : учеб. пособие для вузов / И. Сердюк, Н. Заккаи, Дж. Заккаи .— М. : КДУ, 2009 .— Т. 2. - 2009. - 736 с.
3. Физика белка [Текст] : Курс лекций с цветными стереоскопическими иллюстрациями и задачами с решениями / А. В. Финкельштейн, О. Б. Птицын ; Ин-т белка РАН - М.КДУ,2005

Дополнительная литература

1. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 1. Основы биохимии. Строение и катализ, учебное пособие для вузов /Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой [и др.] ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова%Leninger Principles of Biochemistry. Москва, Лаборатория знаний, 2019
2. Основы биохимии Ленинджера [Текст]. В 3 т. Т. 2. Биоэнергетика и метаболизм, [учеб. пособие для вузов] /Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой [и др.] ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова%Leninger Principles of Biochemistry. М., Лаборатория знаний, 2020
3. Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах. Том 3 = Lehninger Principles of Biochemistry /Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой ; под редакцией А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова%Пути передачи информации, [учебное пособие]. Москва, Лаборатория знаний, 2017

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> - база данных проаннотированных нуклеотидных последовательностей
2. <https://www.uniprot.org/> - база данных проаннотированных аминокислотных последовательностей
3. <http://www.pdb.org> - база данных пространственных структур биологических макромолекул

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Не используются

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

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладные математика и физика
профиль подготовки: Общая и прикладная физика
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау
кафедра биофизики
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

И.Ю. Гущин, phd (к.ф.-м.н.)
А.А. Анучина, канд. биол. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Биоинформатика и моделирование» обучающийся должен:

знать:

- 1) Теоретические основы и основные методы молекулярной биофизики
- 2) Теоретические основы биофизики мембранных процессов, структуры и функционирования биологических мембран
- 3) Теоретические основы и основные методы радиационной биофизики
- 4) Основные биофизические методы регистрации показателей функциональной деятельности, применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач

уметь:

- 1) формулировать и планировать задачи исследований в медицинской биофизики;
- 2) с помощью персонального компьютера находить библиографическую информацию по заданной тематике;
- 3) воспроизводить современные методы исследования и разрабатывать новые методические подходы для решения задач медико-биологических исследований;
- 4) использовать теоретические и методические подходы для изучения природы и механизмов развития патологических процессов;
- 5) определять и оценивать возможности моделирования патологических процессов;
- 6) использовать программные системы для обработки экспериментальных и клинических данных, изучения биохимических процессов в организме.
- 7) выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах;
- 8) критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;
- 9) генерировать новые идеи и методические решения;
- 10) осуществлять проектирование своей научной деятельности;
- 11) представлять свои научные результаты в устных докладах.

владеть:

- 1) методиками планирования и разработки схемы медико-биологических экспериментов;
- 2) основными методами лабораторно-биохимической и инструментальной диагностики;
- 3) спектрофотометрическим анализом различных биологических систем;
- 4) теоретическими и методическими подходами для изучения природы и механизмов развития патологических процессов.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого занятия.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов

1. Предмет и задачи биофизики.
2. Основные требования, предъявляемые к биофизическим методам: необходимость соблюдения условия целостности исследуемой системы: требование высокой разрешающей способности.
3. Основные понятия теории связи и теории информации, характерные свойства сигналов и сообщений.
4. Вычисление информации, единицы измерения информации, передача информации.
5. Кодирование наследственной информации. Передача и переработка информации в нервных центрах.
6. Основные физико-химические причины нарушения барьерных свойств мембран: перекисное окисление липидов, ферментативное расщепление липидов и белков, изменение заряда и конформации белков, адсорбция инородных белков, осмотическое растяжение мембран.
7. Роль активации фосфолипаз в повреждении клеток при тканевой гипоксии, трансформация физической структуры и проницаемости мембран в результате действия фосфолипаз.
8. Перекисное окисление липидов как фундаментальный механизм мембранной патологии.
9. Методы изучения перекисного окисления липидов: анализ потребления кислорода и накопления различных продуктов перекисного окисления, измерение хемилюминесценции.
10. Генерация свободных радикалов в цепях переноса электрона, роль ионов железа в генерации свободных радикалов. Супероксидный и гидроксильный радикалы

Примеры экзаменационных билетов

Билет 1.

1. Предмет и задачи биофизики
2. Основные физико-химические причины нарушения барьерных свойств мембран: перекисное окисление липидов, ферментативное расщепление липидов и белков, изменение заряда и конформации белков, адсорбция инородных белков, осмотическое растяжение мембран.

Билет 2.

1. Основные требования, предъявляемые к биофизическим методам: необходимость соблюдения условия целостности исследуемой системы: требование высокой разрешающей способности
2. Роль активации фосфолипаз в повреждении клеток при тканевой гипоксии, трансформация физической структуры и проницаемости мембран в результате действия фосфолипаз.

Билет 3.

1. Основные понятия теории связи и теории информации, характерные свойства сигналов и сообщений
2. Перекисное окисление липидов как фундаментальный механизм мембранной патологии.

Билет 4.

1. Вычисление информации, единицы измерения информации, передача информации
2. Методы изучения перекисного окисления липидов: анализ потребления кислорода и накопления различных продуктов перекисного окисления, измерение хемилюминесценции.

Билет 5.

1. Кодирование наследственной информации. Передача и переработка информации в нервных центрах.
2. Генерация свободных радикалов в цепях переноса электрона, роль ионов железа в генерации свободных радикалов. Супероксидный и гидроксильный радикалы

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Экзамен проводится в устной форме по билетам. В каждом билете представлено два теоретических вопроса. При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.