

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
биологической и медицинской
физики**

Д.В. Кузьмин

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Семинар по физико-химической биологии
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Биофизика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра молекулярной и трансляционной медицины
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Дифференцированный зачет

8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 60 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: В.Н. Лазарев, д-р биол. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры молекулярной и трансляционной медицины 02.04.2020

Аннотация

Целью данной дисциплины является дать студентам наиболее важные представления о фундаментальных основах физико-химической биологии и о современных методах исследования, применяемых в этой области для изучения компонентов живой материи. Студент после освоения курса будет понимать основные компоненты нуклеиновых кислот и белков, физические и химические свойства нуклеиновых кислот и белков, методы исследования нуклеиновых кислот и белков, основные понятия биоинженерии, методы исследования генома, транскриптома и протеома, основные понятия белковой и метаболической инженерии.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

дать студентам наиболее важные представления о фундаментальных основах физико-химической биологии и о современных методах исследования, применяемых в этой области для изучения компонентов живой материи.

Задачи дисциплины

- формирование базовых знаний о закономерностях взаимосвязи между структурой и функцией белков, пептидов, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и других биологически активных соединений;
- формирование базовых знаний о бионанотехнологиях, биоинформационном анализе в биомедицинских исследованиях;
- формирование у студентов основных экспериментальных навыков и приобретение ими практического опыта, необходимого для проведения самостоятельных научных исследований в области физико-химической биологии.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные компоненты нуклеиновых кислот и белков;
- физические и химические свойства нуклеиновых кислот и белков;
- методы исследования нуклеиновых кислот и белков;
- основные понятия биоинженерии;
- методы исследования генома, транскриптома и протеома;
- основные понятия белковой и метаболической инженерии.

уметь:

- пользоваться Интернет и справочной литературой по биологии научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых данных и понятий;
- сравнивать между собой строение, свойства, функции биологических объектов;
- применять основные методы физико-химической биологии в научных исследованиях.

владеть:

- навыками освоения большого объёма информации;
- культурой постановки и моделирования биологических задач физико-химической биологии;
- навыками теоретического анализа задач геномики, транскриптомики, протеомики и метаболомики, связанных с изучением свойств биологических систем на молекулярном и субклеточном уровнях структурной организации.

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	Биоинженерия		10		5
2	Методы исследования биополимеров		10		5
3	Основы современной молекулярной биологии		10		5
4	Введение в бионанотехнологию		6		3
5	Введение в протеомику и метаболомику		8		4
6	Основы биоинформатики		8		4
7	Физические основы биомедицинских технологий		8		4
Итого часов			60		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 7 (Осенний)

1. Биоинженерия

Основные тенденции развития современной биоинженерии. Генетическая инженерия. Инструменты генетической инженерии. Векторные системы. Методы генетической инженерии. Белковая инженерия. Конструирование рекомбинантных белков. Системы экспрессии рекомбинантных генов. Методы выделения и очистки рекомбинантных белков. Метаболическая инженерия. «Обратная» генетика. Рекомбинационная инженерия.

2. Методы исследования биополимеров

Растворы биополимеров. Структура белков. Структура нуклеиновых кислот. Методы детектирования одиночных молекул. Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров. Электронная микроскопия. Биологические чипы.

3. Основы современной молекулярной биологии

Современные представления о строении живой клетки. Репликация ДНК у бактерий. Репликация ДНК у эукариот. Репарация ДНК. Мобильные элементы генома. Регуляция транскрипции у про- и эукариот. Структура и функция рибосом и биосинтез белка. Строение и биологические функции белков и пептидов. Методы исследования в молекулярной биологии.

Семестр: 8 (Весенний)

4. Введение в бионанотехнологию

Особенности биомеханизмов субмикрометрового и молекулярного масштабов. Акустические биосенсоры. Атомно-силовая микроскопия. Оптические биосенсоры. Поверхностный плазмонный резонанс. Биосенсоры на основе измерения полного электрического сопротивления. Миниатюрные электрохимические датчики. Диагностические биосенсоры. Термодинамические потенциалы дисперсных систем. Фазовые переходы в дисперсных системах. Процессы переноса в многофазных дисперсных системах. Дизайн микрофлюидных систем. Методы литографии. Оборудование для микро и нанофабрикации. Технологии чистых помещений. Технологические схемы создания микрофлюидных систем.

5. Введение в протеомику и метаболомику

Протеомика как часть современной системной биологии. Электрофоретический анализ белков. Хроматографический анализ белков. Химико-биологическая масс-спектрометрия. Технологическая база. Практическое применение протеомики. Химико-биологическая масс-спектрометрия. Методы анализа смесей белков и пептидов. Анализ посттрансляционных модификаций белков и пептидов. Метаболомика. Методы и базы данных. Метаболомика в медицине.

6. Основы биоинформатики

Технологии чтения биологических текстов. Представление геномной информации. Геномное картирование. Сборка геномов de novo. Биоинформатический анализ масс-спектрометрической информации в протеомике. Обработка транскриптомных данных. Визуализация экспериментальных данных в постгеномной биологии. Статистический анализ геномных, протеомных и транскриптомных данных

7. Физические основы биомедицинских технологий

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Приборы и оборудование. Основные физические принципы МРТ. Биохимически и биофизически ориентированные методы магнитно-резонансной диагностики. Основы рентгеноструктурного анализа. Предмет и методы. Применение рентгеновских лучей. Практические рекомендации.

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

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Предоставляется на кафедре:

1. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функция белков. МГУ Москва, 2005
2. С.Д.Варфоломеев. Химическая энзимология. Москва. Изд.центр «Академия». 2005.
3. Л.И. Патрушев. Искусственные генетические системы. Т.1. Генная и белковая инженерия. М. Наука. 2004.

Дополнительная литература

Предоставляется на кафедре:

1. С.Н. Щелкунов. Генетическая инженерия. Сибирское университетское издательство. Новосибирск. 2004.

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

Научно-библиографические и патентные базы данных в области физико-химической биологии, доступные по сети Интернет в бесплатном режиме - Science Citation Index (Web of Science), Medline (PubMed), Научная электронная библиотека (НЭБ), Российская патентная БД ФГУ ФИПС и американская патентная БД USPAFULL; электронные адреса крупных научных издательств, предоставляющих доступ к полным текстам текущих и архивным выпускам этих журналов.

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

Для части занятий потребуются Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса. Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

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 дисциплины, 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:	Биофизика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра молекулярной и трансляционной медицины
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 7 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: В.Н. Лазарев, д-р биол. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Семинар по физико-химической биологии» обучающийся должен:

знать:

- основные компоненты нуклеиновых кислот и белков;
- физические и химические свойства нуклеиновых кислот и белков;
- методы исследования нуклеиновых кислот и белков;
- основные понятия биоинженерии;
- методы исследования генома, транскриптома и протеома;
- основные понятия белковой и метаболической инженерии.

уметь:

- пользоваться Интернет и справочной литературой по биологии научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых данных и понятий;
- сравнивать между собой строение, свойства, функции биологических объектов;
- применять основные методы физико-химической биологии в научных исследованиях.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования биологических задач физико-химической биологии;
- навыками теоретического анализа задач геномики, транскриптомики, протеомики и метаболомики, связанных с изучением свойств биологических систем на молекулярном и субклеточном уровнях структурной организации.

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

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

Кольцевые молекулы ДНК и понятие о сверхспирализации ДНК.

Капиллярные, магнитные и электрические ловушки.

Преобразования первичных транскриптов у эукариот, приводящие к созданию функциональной мРНК.

Атомно-силовая спектроскопия молекул биополимеров.

Регуляция инициации репликации у *E. coli*.

Принцип работы сканирующих зондовых микроскопов.
Причины возникновения мутаций. Основные пути репарации повреждений ДНК.
Атомно-силовая микроскопия.
Метилирование ДНК. Механизмы инактивации генов при метилировании ДНК.
Биохимические и биофизические принципы биосенсоров.
Белки – активаторы транскрипции, их доменные структуры. Энзимология общей рекомбинации у *E. coli*.
РНК-полимеразы эукариот.
Теоретические и экспериментальные методы исследования метаболизма.
Подвижные элементы в геноме.
Применение квантовых точек в нанотехнологиях.
Векторные системы. Плазмиды, фагмиды и космиды.
Одномерный гель-электрофорез.
Подходы к коррекции генных дефектов.
Теория и практика сайт-направленного мутагенеза.
Основные этапы эксперимента в белковой инженерии.
Двумерный гель-электрофорез.
Технологии получения рекомбинантных белков.
Методы изофокусирования белков.

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на дифференцированном зачете.

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

Примеры билетов:

Билет №1

1. Кольцевые молекулы ДНК и понятие о сверхспирализации ДНК.
2. Капиллярные, магнитные и электрические ловушки.

Билет №2

1. Преобразования первичных транскриптов у эукариот, приводящие к созданию функциональной мРНК.
2. Атомно-силовая спектроскопия молекул биополимеров.

Билет №3

1. Регуляция инициации репликации у *E. coli*.
2. Принцип работы сканирующих зондовых микроскопов.

Билет №4

1. Причины возникновения мутаций. Основные пути репарации повреждений ДНК.
2. Атомно-силовая микроскопия.

Билет №5

1. Метилирование ДНК. Механизмы инактивации генов при метилировании ДНК.
2. Биохимические и биофизические принципы биосенсоров.

Билет №6

1. Белки – активаторы транскрипции, их доменные структуры. Энзимология общей рекомбинации у *E. coli*.
2. Конфокальная микроскопия.

Билет №7

1. РНК-полимеразы эукариот.
2. Теоретические и экспериментальные методы исследования метаболизма.

Билет №8

1. Подвижные элементы в геноме.
2. Применение квантовых точек в нанотехнологиях.

Билет №9

1. Векторные системы. Плазмиды, фагмиды и космиды.
2. Одномерный гель-электрофорез.

Билет №10

1. Подходы к коррекции генных дефектор.
2. Теория и практика сайт-направленного мутагенеза.

Билет №11

1. Основные этапы эксперимента в белковой инженерии.
2. Двумерный гель-электрофорез.

Билет №12

1. Технологии получения рекомбинантных белков.
2. Методы изофокусирования белков.

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

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.