

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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Молекулярная биология

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 2022г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

г. Саров, 2022 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/
3	32	5	144	16	32	-	96	36	Экз.
<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>96</b>	<b>36</b>	<b>Экз.</b>

## **АННОТАЦИЯ**

Молекулярная биология является одной из наиболее быстро развивающихся направлений современного естествознания. Исследования в этой области определили возникновение и становление молекулярной медицины как науки. Широкое внедрение достижений молекулярной биологии, среди которых ведущее место занимают анализ генома и протеома человека, биомедицинские исследования, позволили вскрыть многие молекулярные и генетические механизмы функционирования систем жизнедеятельности человека в норме и при патологии. Полученные результаты легли в основу создания принципиально новых подходов в диагностике, прогнозировании и лечении многих социально значимых заболеваний и идентификации личности. Интенсивный рост молекулярной биологии как науки и как основы различных направлений биомедицины требует овладения студентами современными знаниями в различных областях молекулярной биологии.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основной целью освоения дисциплины «Молекулярная биология» является исследование молекулярного уровня организации и функционирования живой материи.

Основными задачами дисциплины являются:

- сформировать понимание роли молекулярно-генетических и клеточных механизмов функционирования организма в норме и патологии для эффективной диагностики, профилактики и лечения наиболее распространенных заболеваний;
- сформировать представление об основных принципах применения современных молекулярно-генетических методов и технологий в теоретической и практической медицине;
- изучение задач молекулярной биологии как науки и основных методов молекулярных исследований, в том числе теоретических.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Молекулярная биология» относится к вариативной части рабочего учебного плана программы «Физика живых систем» по направлению 03.04.01 «Прикладные математика и физика».

Для успешного освоения дисциплины «Молекулярная биология» необходимы компетенции, формируемые в результате освоения следующих дисциплин:

- Общая физика
- Химия
- Биофизика клетки/биохимия метаболизма

Изучение дисциплины выступает опорой для прохождения преддипломной практики.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

#### 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
<b>проектный</b>			
<p>Организация выполнения проектов исследовательской и инновационной направленности в качестве исполнителя, ответственного за выполнение отдельного направления работ</p>	<p>Моделирование в биофизике: физиология человека на разных уровнях (молекулярном, клеточном, органном, целого организма), биохимия, качественные и количественные различия между нормальным и патологическим состоянием организма человека, методы математического моделирования и области их применения, компьютерные и</p>	<p>ПК-18.2 Способен к проведению научных исследований в области медико-биологических дисциплин с использованием компьютерных средств и методов математического моделирования</p>	<p>З-ПК-18.2 Знать строение, основные закономерности развития и жизнедеятельности, функциональные системы организма человека, современные компьютерные технологии и их применение для обработки данных и реализации моделей, языки программирования, методы построения и исследования моделей физиологических систем</p> <p>У-ПК-18.2 Уметь использовать теоретиче-</p>

	<p>программные средства моделирования, визуализации и описания исследования</p>		<p>ские и экспериментальные данные в научно-исследовательской деятельности для построения математических и физических моделей изучаемых процессов с целью исследования свойств и поведения систем человеческого организма, применять компьютерные программные комплексы для поиска и интеллектуального анализа, визуализации данных, прогнозировать направление и результат физико-химических процессов, происходящих в клетках различных тканей организма человека</p> <p>В-ПК-18.2 Владеть навыками поиска и анализа публикаций в области научного исследования; проведения теоретических исследований с целью расширения научных знаний; анализа ре-</p>
--	---	--	---

			зультатов медико-биологических исследований и определения сферы их применения; написания и публикации научных статей; разработки математических моделей функционирования органов и систем
--	--	--	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
Семестр № 3									
1.	<b>Название раздела</b>								
1.1.	Структура и функции белков	1	2	4		15			
1.2.	Структура и биосинтез нуклеиновых кислот	3	2	4		15	УО		
1.3	Структура рибосом и биосинтез белка	5	2	4		15	УО		
Рубежный контроль		<b>6</b>	<b>Контр.</b>						20
2.	<b>Название раздела</b>								
2.1.	Геномика	7, 9	4	8		15			
2.2.	Генная инженерия	11	2	4		13	УО		

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ неде- ли	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Макси- мальный балл (см. п. 5.3)
			Лекции	Практ. заня- тия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
2.3	Межмолеку- лярные взаи- модействия	13	2	4		13	УО		
2.4	Высокопроиз- водительные вычисления в биоинформа- тике	15	2	4		10	УО		
Рубежный контроль		<b>16</b>	<b>Контр.</b>						25
<b>Промежуточная стация</b>		<b>атте-</b>	<b>Экзамен</b>					<b>36</b>	<b>0 - 50</b>
<b>Посещаемость</b>									<b>5</b>
<b>Итого:</b>								<b>100</b>	

\*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.	<b>Название раздела 1.</b>	
1.1.	<b>Структура и функции белков</b>	Биологические функции белков и пептидов. Структура факторов белкового синтеза. Структура рибосомных белков. Методы изучения белок-белковых взаимодействий. Фаговый дисплей пептидов. Инженерия белков. Получение мутантных белков методами сайт-специфического мутагенеза.
1.2.	<b>Структура и биосинтез нуклеиновых кислот</b>	Структура ДНК. Репликация ДНК. Молекулярные механизмы, связывающие клеточный цикл и репликацию ДНК. Репарация ДНК. Гомологичная и сайт-специфическая рекомбинации. Рекомбинация у высших эукариот. Транскрипция у про- и эукариот. Альтернативный сплайсинг. Биологические последствия альтернативного сплайсинга.
1.3.	<b>Структура рибосом и биосинтез белка</b>	Генетический код и его свойства. Рибосомные белки: номенклатура, разнообразие, принципы строения и локализация в рибосоме.
2.	<b>Название раздела 2.</b>	
2.1.	<b>Геномика</b>	Картирование генов и геномов. Принцип полимеразной цепной реакции (ПЦР). Полиморфизм длин рестриктных фрагментов (ПДРФ). Мононуклеотидный полиморфизм (Single Nucleotide Polymorphism, SNP). Молекулярно-генетические маркеры (МГМ), определение, информативность, использование для построения генетической карты. Понятие о хромосомных aberrациях. Особенности структуры геномов высших эукариот. Мутации: причины возникновения и системы защиты генома от мутаций. Моногенные наследственные заболевания.
2.2.	<b>Генная инженерия</b>	Генетическая инженерия как инструмент изучения генов и геномов. Создание трансгенных животных. Клонирование животных. Принципы направленной модификации генома.
2.3.	<b>Межмолекулярные взаимодействия</b>	Белок-белковые взаимодействия и их значение для самосборки белков-мультимеров и надмолекулярных белковых структур. Белково-нуклеиновые взаимодействия в процессе регуляции активности генома, при самосборке субклеточных структур,

		вирусов и фагов. Белково-липидные взаимодействия и формирование биологических мембран. Молекулярная биология развития. Молекулярные основы эволюции, дифференцировки развития и старения. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла.
2.4.	<b>Высокопроизводительные вычисления в биоинформатике</b>	Современные методы микроскопии и компьютерного анализа изображений. Высокопроизводительные вычисления в биоинформатике. GRID-системы.

### Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	<b>Название раздела 1.</b>	
1.1.	<b>Структура и функции белков</b>	Аминокислотный состав белков. Полярные и неполярные аминокислоты. Протеины и протеиды (гликопротеиды, липопротеиды, нуклеопротеиды). Первичная, вторичная, третичная структура белка. Классификация белков.
1.2.	<b>Структура и биосинтез нуклеиновых кислот</b>	Проблема концевой недорепликации и ее решение. Генетический код, понятие, свойства. Трансляция. Механизмы трансляции (биосинтеза белка). Посттрансляционная модификация белков.
1.3.	<b>Структура рибосом и биосинтез белка</b>	Прокариотический и эукариотический тип трансляции. Секреция белков у про- и эукариот.
2.	<b>Название раздела 2.</b>	
2.1.	<b>Геномика</b>	Картирование генов и геномов. Принцип полимеразной цепной реакции (ПЦР). Полиморфизм длин рестриктных фрагментов (ПДРФ). Мононуклеотидный полиморфизм (Single Nucleotide Polymorphism, SNP). Молекулярно-генетические маркеры (МГМ), определение, информативность, использование для построения генетической карты. Понятие о хромосомных aberrациях. Особенности структуры геномов высших эукариот. Мутации: причины возникновения и системы защиты генома от мутаций. Моногенные наследственные заболевания.
2.2.	<b>Генная инженерия</b>	Генетическая инженерия растений. Прикладные аспекты генетической инженерии.
2.3.	<b>Межмолекулярные взаимодействия</b>	Белок-белковые взаимодействия. Белково-нуклеиновые взаимодействия. Белково-липидные взаимодействия и формирование

		биологических мембран.
2.4.	<b>Высокопроизводительные вычисления в биоинформатике</b>	Программное обеспечение для высокопроизводительных вычислений. Технологии распараллеливания программ с помощью библиотек MPI, OpenMP.

## 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
<b>Семестр 3</b>				
Раздел 1	1.1. Структура и функции белков	ПК-18.2	3-ПК-18.2, У-ПК-18.2, В-ПК-18.2	
	1.2. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот			УО - 3
	1.3. Структура рибосом и биосинтез белка			УО - 5
<b>Рубежный контроль</b>		ПК-18.2	3-ПК-18.2, У-ПК-18.2, В-ПК-18.2	Контр -6
Раздел 2	2.1. Геномика	ПК-18.2	3-ПК-18.2, У-ПК-18.2, В-ПК-18.2	
	2.2. Генная инженерия			УО – 11
	2.3. Межмолекулярные взаимодействия			УО – 13
	2.4. Высокопроизводительные вычисления в биоинформатике			УО – 15
<b>Рубежный контроль</b>		ПК-18.2	3-ПК-18.2, У-ПК-18.2, В-ПК-18.2	Контр – 16

<b>Промежуточная аттестация</b>	ПК-18.2	З-ПК-18.2, У-ПК-18.2, В-ПК-18.2	<b>Экзамен</b>
---------------------------------	---------	---------------------------------	----------------

## **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. Методы молекулярной биологии.
2. Структура ДНК.
3. Роль ДНК в передаче наследственной информации.
4. Транспортные РНК: структура и функции.
5. Рибосомные РНК: структура и функции.
6. Информационные РНК: структура и функции.
7. Отличия структуры геномов про- и эукариот.
8. Репликация ДНК. Основные принципы, механизм, регуляция репликации.
9. Разнообразие структур и функций белков.
10. Трансляция. Этапы трансляции.
11. Регуляция трансляции.
12. Современные представления о структуре рибосом.
13. Модельные организмы, используемые для изучения структуры и функций геномов.
14. Картирование генов и геномов.
15. Мутации. Системы защиты генома от мутаций.
16. Экспрессия генов в трансгенных животных. Клонирование животных.
17. Генетическая инженерия растений.
18. Прикладные аспекты генетической инженерии.
19. Молекулярная биология развития.
20. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла.

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

1. Теоретические и практические задачи молекулярной биологии.
2. Методы молекулярной биологии.

3. Структура ДНК.
4. Роль ДНК в передаче наследственной информации.
5. Транспортные РНК: структура и функции.
6. Рибосомные РНК: структура и функции.
7. Информационные РНК: структура и функции.
8. Отличия структуры геномов про- и эукариот.
9. Структура хроматина ядра и хромосомы.
10. Репликация ДНК. Основные принципы, механизм, регуляция репликации.
11. Транскрипция, особенности транскрипции у эукариот и прокариот.
12. Разнообразие структур и функций белков.
13. Эволюция структуры белков и видообразование. Связь первичной структуры и функций белков.
14. Трансляция. Этапы трансляции.
15. Перенос новосинтезированных белков через мембрану клетки, посттрансляционные модификации белков.
16. Современные представления о структуре рибосом.
17. Модельные организмы, используемые для изучения структуры и функций геномов.
18. Картирование генов и геномов.
19. Полиморфизм геномов.
20. Понятие о хромосомных aberrациях. Транслокации. Делеции.
21. Мутации. Системы защиты генома от мутаций.
22. Генетическая инженерия как инструмент изучения генов и геномов.
23. Экспрессия генов в трансгенных животных. Клонирование животных.
24. Генетическая инженерия растений.
25. Прикладные аспекты генетической инженерии.
26. Создание трансгенных животных.
27. Белок-белковые взаимодействия и их значение для самосборки белков-мультимеров и надмолекулярных белковых структур.
28. Белково-нуклеиновые взаимодействия в процессе регуляции активности генома, при самосборке субклеточных структур, вирусов и фагов.
29. Белково-липидные взаимодействия и формирование биологических мембран.

### **5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (примерные вопросы к экзамену)**

1. Теоретические и практические задачи молекулярной биологии.

2. История возникновения и развития молекулярной биологии.
3. Перспективы дальнейшего развития молекулярной биологии.
4. Методы молекулярной биологии.
5. Структура ДНК.
6. Роль ДНК в передаче наследственной информации.
7. Транспортные РНК: структура и функции.
8. Рибосомные РНК: структура и функции.
9. Информационные РНК: структура и функции.
10. Отличия структуры геномов про- и эукариот.
11. Структура хроматина ядра и хромосомы.
12. Репликация ДНК. Основные принципы, механизм, регуляция репликации.
13. Транскрипция, особенности транскрипции у эукариот и прокариот.
14. Процессинг и сплайсинг.
15. Обратная транскрипция и ее значение для генетической инженерии.
16. Разнообразие структур и функций белков.
17. Эволюция структуры белков и видообразование. Связь первичной структуры и функций белков.
18. Трансляция. Этапы трансляции.
19. Регуляция трансляции.
20. Перенос новосинтезированных белков через мембрану клетки, посттрансляционные модификации белков.
21. Современные представления о структуре рибосом.
22. Модельные организмы, используемые для изучения структуры и функций геномов.
23. Картирование генов и геномов.
24. Полиморфизм геномов.
25. Понятие о хромосомных aberrациях. Транслокации. Делеции.
26. Мутации. Системы защиты генома от мутаций.
27. Генетическая инженерия как инструмент изучения генов и геномов.
28. Экспрессия генов в трансгенных животных. Клонирование животных.
29. Генетическая инженерия растений.
30. Прикладные аспекты генетической инженерии.
31. Создание трансгенных животных.
32. Белок-белковые взаимодействия и их значение для самосборки белков-мультимеров и надмолекулярных белковых структур.

33. Белково-нуклеиновые взаимодействия в процессе регуляции активности генома, при самосборке субклеточных структур, вирусов и фагов.
34. Белково-липидные взаимодействия и формирование биологических мембран.
35. Молекулярная биология развития.
36. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла.

### 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 – «удовлетворитель-	



60-64	но»	Е	ся 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.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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. Уилсон К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. Изд-во Бином, 2014..
2. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. Изд-во Бином, 2014.
3. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002.
4. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: Учеб.-справ. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004.
5. Крутецкая З.И., Лебедев О.Е., Курилова Л.С. Механизмы внутриклеточной сигнализации: Монография. – СПб.: Изд-во СПб. Ун-та, 2003.
6. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. 2-е изд, перераб. и доп.: Учебник для вузов. Спб.: изд-во СПбГТУ, 2002.

## 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):