

**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**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Молекулярная биология
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Биофизика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
<b>курс:</b>	3
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

5 (осенний) - Дифференцированный зачет

6 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 90 всего, в том числе:

лекции: 60 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 105 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 225, всего зач. ед.: 5

Программу составили:

О.Ю. Белогурова-Овчинникова, phd (канд. биол. наук)

А.С. Дух

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики 04.06.2020

## Аннотация

Цель дисциплины состоит в обучении студентов основам современной молекулярной биологии. Дисциплина включает в себя лекции и семинары. На семинарах студенты разбирают и обсуждают вместе с преподавателем научные публикации последних лет. Содержание курса: Молекулярно-биологические методы; Молекулярные основы канцерогенеза; Разнообразие реализации природных молекул; Регуляция; Репликация и репарация; Структура белков; Структура и свойства нуклеиновых кислот; Транскрипция; Трансляция; Функции белков; Функциональные элементы генома; Характеристики транскриптома.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- обучение студентов основам современной молекулярной биологии.

#### Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний в области современной молекулярной биологии, молекулярной генетики, биотехнологии;
- приобретение теоретических знаний и навыков в области решения задач молекулярной биологии;
- консультирование и оказание помощи студентам в организации и проведении собственных проектов, проводимых в лабораториях базовой кафедры.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные понятия и термины молекулярной биологии;
- основные механизмы клеточных процессов на молекулярном уровне;
- основные базы данных, содержащие информацию об объектах молекулярной биологии;
- различные подходы для решения задач молекулярной биологии;
- о трендах развития науки в данной области.

уметь:

- эффективно искать литературу и другую специальную информацию в избранной области науки;
- анализировать научные статьи по теме молекулярной биологии;
- создавать новости по избранной тематике;
- пользоваться специализированными базами данных в избранной области науки;
- создавать и продвигать собственный проект.

владеть:

- навыками сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории.

#### 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	Введение в курс	10	5		15
2	Молекулярно-биологические методы	10	5		15
3	Молекулярные основы канцерогенеза	10	5		15
4	Разнообразие реализации природных молекул	3	2		5
5	Регуляция	3	1		6
6	Репликация и репарация	3	2		6
7	Структура белков	3	1		6
8	Структура и свойства нуклеиновых кислот	3	2		5
9	Транскрипция	3	1		7
10	Трансляция	3	2		5
11	Функции белков	3	1		7
12	Функциональные элементы генома	3	2		7
13	Характеристики транскриптома	3	1		6
Итого часов		60	30		105
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		225 час., 5 зач.ед.			

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

Семестр: 5 (Осенний)

##### 1. Введение в курс

Предмет молекулярной биологии. Методы исследования состава клетки. Биоинформатические и экспериментальные подходы. Центральная догма молекулярной биологии. Геноцентрическая модель. Современное представление генов. Реализация генома. Транскриптом. Потенциал кодирования белков. Современное состояние молекулярной биологии. Интересные примеры современной реализации. Секвенирование следующего поколения. Клонирование ДНК. Биотехнология. Клонирование живых организмов. Технология выключения генов. Индуцированные стволовые клетки.

## 2. Молекулярно-биологические методы

Методы анализа ДНК. Гель-электрофорез. Ферменты для молекулярно-биологического анализа. Полимеразно-цепная реакция. Виды ПЦР. ПЦР в реальном времени. Примеры использования ПЦР. Основы подходов современного секвенирования: пиросеквенирование, технология SOLID, Illumina, IonTorrent. Применение метода массового параллельного секвенирования. Таргентное секвенирование. Анализ данных. ChIP-Seq. ChiA-PET. Внеклеточная ДНК. Неинвазивная диагностика. Секвенирование останков древней ДНК. Секвенирование одной клетки. Методы анализа РНК. Получение из РНК кДНК. Гибридизация нуклеиновых кислот. Секвенирование РНК – RNAseq. Секвенирование РНК in situ. Методы анализа белков. Иммунологические методы.

## 3. Молекулярные основы канцерогенеза

Что такое рак. Свойства опухолевой клетки. Мутагенез и способствующие факторы. Канцерогенез. Молекулярные механизмы канцерогенеза. Онкогены. Механизмы активации онкогенов. Примеры известных онкогенов: *ras*, BCR-ABL. Гены-супрессоры опухолевого роста. Примеры известных онкогенов: RB1, p53. miRNA – онкогены и гены-супрессоры опухолевого роста. Гены репарации ДНК. Известные примеры: BRCA1, MSH2. Анализ молекулярной природы опухолевой клетки. Применение современных технологий. Проект TCGA.

## Семестр: 6 (Весенний)

## 4. Разнообразие реализации природных молекул

Межвидовое разнообразие. Сравнительная геномика и её методы. Человек и шимпанзе. Выравнивание последовательностей ДНК и белка. Эволюционная биология. Внутривидовое разнообразие. Полиморфизм ДНК. Однонуклеотидный полиморфизм – SNP. Проект 1000 геномов. Полиморфизм в популяциях здоровых людей. Вариабельность экспрессии генов здоровых людей. Полногеномный поиск ассоциаций – GWAS. Вариация числа копий. Фармакогенетика. Редактирование РНК. Посттранскрипционные модификации РНК. Посттрансляционные модификации белков.

## 5. Регуляция

Регуляция активности генов у прокариот. Концепцию оперона. Механизм работы лактозного оперона. Репрессия синтеза белков. Триптофановый оперон. Транскрипционная аттенуация. Регуляция клеточного SOS-ответа. Регуляция активности генов у эукариотов и её значение. Разница между прокариотами и эукариот. Типы регуляции экспрессии генов эукариот. Транскрипционная регуляция. Транскрипционные факторы. Распределение выявленных взаимодействий «промотор-энхансер». Организация и статус хроматина. Эпигенетика. Эпигенетические модификации. Метелирование ДНК. Метилирование цитозина и аденина. Распространенность метелирования у разных организмов. Частоты динуклеотидов у человека. Дезаминирование метилированного цитозина. CpG островки. Свойства CpG островков. Механизмы репрессии транскрипции, обусловленной метилированием. Метилазы. Механизм наследования паттерна метилирования. Волны деметилирования в раннем эмбриогенезе. Биологические функции метилированной ДНК. Метилирование при раке. Ремоделинг хроматина. Эволюция нуклеосом. Структура коровых гистонов. Пост-трансляционные модификации гистонов регуляторных N-концов. Роль пост-трансляционных модификаций гистонов. Принцип работы “гистонового кода”, его наследование. Эпигеном. Эпимутация. Исследование эпигенома. Эпигенетика и клонирование. Эпигенетика и канцерогенез. Эпигенетика и старение. Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов эукариот. Время жизни РНК. Новый класс seRNA. РНК-опосредованная активация генов. Антисмысловая регуляция. Трансляционная и посттрансляционная регуляция экспрессии генов эукариот.

## 6. Репликация и репарация

Эксперимент Мезельсона и Сталя. ДНК-полимераза. Основные этапы репликации: инициация, элонгация, терминация. Основные ферменты репликации и их характеристики. Репликативная вилка. Лидирующая и отстающая цепи. Реализация репликации у прокариот. Фрагменты Оказаки. Репликация кольцевой ДНК. Механизм репликации: инициация, элонгация, терминация. Репликация ДНК по принципу катящегося кольца. Реализация репликации у эукариот. Начало репликации. Теломеры, теломераза. Клеточный цикл и его регуляция. Разница в репликации у прокариот и эукариот. Репарация. Источники повреждения ДНК. Основные повреждения ДНК. Наследственные заболевания. Болезни ассоциированные с дефектами системы репарации. Зачем нужна репарация, виды. Прямая репарация. Фотореактивация. Фототиазы. Эксцизионная репарация. Mismatch repair (MMR). Эксцизионная репарация: base excision repair – BER, nucleotide excision repair – NER. Пострепликативная репарация. SOS-репарация.

## 7. Структура белков

История открытия белка. Структура аминокислоты. Природные и неприродные «unnatural» аминокислоты. История открытия аминокислот, их названия. Классификация аминокислот: строению бокового радикала, полярности бокового радикала, по кислотно-основным свойствам, по необходимости для организма. Свойства аминокислот. Оптические свойства аминокислот. Химические свойства аминокислот. Пептидная связь. Уровни организации структуры белков - от первичной до четвертичной. История установления первичной структуры белка. Секвенирование белка как метод установления первичной структуры. Генетический код, его свойства. Компьютерное определение первичной структуры белка. Вторичная структура белка:  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -листы,  $\beta$ -петля. Предсказание вторичной структуры белка. Третичная структура белка. Открытие третичной структуры белка, её свойства. Супервторичная структура белков. Доменная структура белков. Предсказание третичной структуры белка. Четвертичная структура белка. Классический пример четвертичной структуры – гемоглобин.

## 8. Структура и свойства нуклеиновых кислот

История открытия ДНК. Строение нуклеозидов, нуклеотидов: природные, минорные, неканонические, химически-синтезируемые. Содержание нуклеотидов в ДНК. Содержание динуклеотидов в ДНК. Правила Чаргаффа. Принцип комплементарности. Вторичная структура ДНК: водородные связи, стэкинг взаимодействия. Неканонические формы ДНК. Квадруплексы. Химические свойства нуклеиновых кислот. Оптические свойства ДНК. Молекулярный коэффициент экстинкции. Термодинамические свойства ДНК. Денатурация ДНК, плавление. Кривые плавления и температура плавления ДНК. «Отжиг» — реассоциация (ренатурация) ДНК, их зависимость от сложности генома. Первичная, вторичная, третичная структура РНК. Элементы вторичной структуры РНК. Методы исследования первичной и вторичной структуры нуклеиновых кислот. Секвенирование ДНК по Сенгеру. Обратная транскрипция. Потенциал вторичной структуры РНК. Предсказание вторичной структуры.

## 9. Транскрипция

Основные моменты транскрипции. Транскрипция у прокариот. Основные этапы транскрипции. Инициация. РНК-полимераза. Промотор, ТАТА-бокс. Транскрипционный пузырь. Полицистронные мРНК. Терминация транскрипции у прокариот: Rho-независимая терминация транскрипции и Rho-зависимая терминация транскрипции. Транскрипция у эукариот. Транскрипция у эукариот и её особенности. РНК полимеразы, их свойства. Промотор, ТАТА-бокс, регуляторные элементы. Элонгация. Терминация транскрипции: анти-терминаторная модель и модель торпеды. Процессинг матричной РНК: модификация 5'-конца, модификация 3'-конца, сплайсинг первичных транскриптов мРНК, альтернативный сплайсинг, посттранскрипционные модификации РНК, редактирование РНК. Транспорт РНК. Стабильность и время жизни матричной РНК, деградация. Обратная транскрипция.

## 10. Трансляция

Трансляция. История открытия трансляции. Трансляция у прокариот. тРНК - транспортная РНК, её процессинг. Аминоацил-тРНК-синтетаза. Рибосомы и рибосомальная РНК. Основные этапы трансляции. Инициация трансляции у прокариот. Последовательность Шайна — Дальгарно. Элонгация трансляции у прокариот. Факторы элонгации трансляции. Терминация трансляции у прокариот: факторы терминации, этапы терминации трансляции. Программируемый фреймшифтинг у прокариот. Трансляция у эукариот и её особенности. Рибосома. Инициация трансляции у эукариот. CAP-независимая трансляция. Структура IRES. Реинициация трансляции у эукариот. Элонгация трансляции у эукариот. Терминация трансляции у эукариот. Фолдинг белков. Шапероны. Деградация белков. Убиквитин. Протеасома. Не-рибосомальный синтез пептидов.

## 11. Функции белков

Структурная протеомика. Постулаты структурной протеомики. Гомологичные белки: ортологи и паралоги. База данных структур белков. Одна последовательность — больше одной структуры: лимфотактин, хоризматмутаза, прионы. Функции белков. Изученность функции белков. Функциональное разнообразие белков: структурные, ферменты, транспортные, рецепторы, гормоны, защитные, резервные. Структурные белки. Семейство коллагенов. Эластин. Кератины. Актин и миозин. Ферменты. Классификация ферментов. Транспортные белки. Перенос веществ через клеточную мембрану: ионные каналы. Перенос веществ внутри клетки: нуклеопорины. Сигналы ядерной локализации. Перенос веществ по организму: гемоглобин, альбумины, глобулины. Клеточные рецепторы. Гормоны: инсулин, глюкагон. Защитные: антитела. Резервные белки. Дизайн белков. Технологии редактирования генома: цинковые пальцы, TALEN белки, CRISPR. Использование технологий редактирования генома.

## 12. Функциональные элементы генома

Происхождение ДНК. История изучения функции ДНК как наследственного материала. Геном. Доля транскрибируемой ДНК. Мусорная ДНК. Информационная емкость. Реализация ДНК как генетического материала. Анализ первичной структуры ДНК и её функции. Проект ENCODE. Гены человека. Псевдогены, их классификация. Процессированные псевдогены. Механизмы функционального действия процессированных псевдогенов. Регуляторные участки в геноме: промотор, ТАТА-бокс, энхансер, сайленсер, инсулятор. Повторяющиеся последовательности в ДНК. Тандемные повторы: микросателлиты, минисателлиты и сателлиты. Болезни экспансии тринуклеотидных повторов. Диспергированные повторы: транспозоны и ретротранспозоны. Открытие мобильных элементов. Полиморфизм ДНК. Функционирование вторичной структуры ДНК. G-квадруплексы в промоторах и теломерах. ДНКазы

### 13. Характеристики транскриптома

Общие характеристики транскриптома. Гипотеза мира РНК. Состав РНК в клетке. Основные понятия: транскрипт, транскриптом, транскриптомика. Транскрибирующаяся часть генома, её разнообразие и вариации. Время жизни РНК в клетке. Белок-кодирующие и белок-некодирующие РНК. Возраст транскриптома. Реализация кодирующего потенциала РНК. Описание и функции коротких белок-некодирующих РНК. Механизм RNA-интерференции. Биологическая роль RNA-интерференции. Описание siRNA. Описание miRNA. Транскрипция miRNA. Биогенез siRNA и miRNA Регуляция экспрессии генов на транскрипционном и посттранскрипционном уровнях происходит с помощью малых RNA. Регуляция экспрессии генов с помощью miRNA. DNA-интерференция. Прикладное использование РНК-интерференции. Экзосомы и миРНК. Предсказание взаимодействия миРНК с мРНК. Регуляция экспрессии генов за счет miRNA. piРНК. Механизм образования piРНК. gasiРНК. Малые ядерные РНК - мяРНК (snRNA). Описание и функции длинных некодирующих РНК. Проект GENCODE. Характеристики lincRNA: количество, картирование, размер, изоформы, анализ повторов, консервативность, профиль экспрессии, локализация, трансляция, время жизни. Примеры реализации функции длинных некодирующих РНК. Некодирующая XIST РНК. Процессированные псевдогены. Псевдогены и miRNA. Sponge RNA. Кольцевые РНК – circular RNA. Некодирующая sno-lncRNA РНК. Некодирующая MALAT1 РНК. Некодирующая NEAT1 РНК. Некодирующая RMST РНК. Мутации в белок-некодирующих РНК. Функциональность вторичной структуры РНК. Потенциал вторичной структуры РНК.

## 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 базовой кафедре:

Molecular biology of the cell / B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis [et al.] ; with problems by J. Wilson, T. Hunt. - 6th edition. - New York : Garland science, 2015. - 1342 p.

Молекулярная биология клетки [Текст] : в 3 т. Т. 1 : [учебник для вузов] / Б. Альбертс [и др.] ; пер. с англ. А. А. Светлова, О. В. Карловой ; под ред. А. А. Миронова, Л. В. Мочаловой .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исследований, 2013 .— 808 с.м

Молекулярная биология клетки [Текст] : в 3 т. Т. 2 : [учебник для вузов] / Б. Альбертс [и др.] ; пер. с англ. А. Н. Дьяконовой, А. В. Дюбы ; под ред. Е. Н. Богачевой, И. Н. Шатского .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исследований, 2013 .— 992 с.

Молекулярная биология клетки [Текст] : в 3 т. Т. 3 : [учебник для вузов] / Б. Альбертс [и др.] ; пер. с англ. А. Н. Дьяконовой, А. В. Дюбы ; под ред. Е. С. Шиловой [и др.] .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исследований, 2013 .— 1052 с.

### Дополнительная литература

Предоставляется на базовой кафедре:

Молекулярная биология. Структура и функции белков / В. М. Степанов ; под ред. А. С. Спирина .— М. : Высшая школа, 1996 .— 335 с.

Молекулярная биология: структура и биосинтез нуклеиновых кислот / под ред. А. С. Спирина .— М. : Высшая школа, 1990 .— 352 с.

Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка, учебное пособие /А. С. Спирин. Москва, Лаборатория знаний, 2019

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

Сайт МФТИ, на котором выложены презентации предыдущего курса лекций:

[http://bio.fizteh.ru/student/files/mol\\_biology/](http://bio.fizteh.ru/student/files/mol_biology/)

## **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 потребуется 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)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Биофизика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики центр образовательных программ Физтех-школы биологической и медицинской физики
<b>курс:</b>	3
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 5 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 6 (весенний) - Экзамен

**Разработчики:**

О.Ю. Белогурова-Овчинникова, phd (канд. биол. наук)  
А.С. Дух

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Молекулярная биология» обучающийся должен:

### знать:

- основные понятия и термины молекулярной биологии;
- основные механизмы клеточных процессов на молекулярном уровне;
- основные базы данных, содержащие информацию об объектах молекулярной биологии;
- различные подходы для решения задач молекулярной биологии;
- о трендах развития науки в данной области.

### уметь:

- эффективно искать литературу и другую специальную информацию в избранной области науки;
- анализировать научные статьи по теме молекулярной биологии;
- создавать новости по избранной тематике;
- пользоваться специализированными базами данных в избранной области науки;
- создавать и продвигать собственный проект.

### владеть:

- навыками сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории.

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

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

1) Методы исследования первичной и вторичной структуры нуклеиновых кислот

Регуляция активности генов у эукариотов

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация, но не в области гена. Какова её возможная функциональность, какими методами можно её определить? Предложите варианты лечения.

2) Происхождение ДНК. История её изучения. Информационная емкость. Реализация ДНК как генетического материала.

Молекулярные механизмы канцерогенеза

Вы пришли в лабораторию, и вам выдали для исследования новый ранее не описанный ген. Ваши действия по его исследованию.

3) Анализ первичной структуры ДНК и её функции. Гены, псевдогены, регуляторные участки, повторы, транспозоны, полиморфизм.

Некодирующие РНК

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация в области некодирующей РНК. Определите её функциональность.

4) Процессинг матричной РНК. Репарация.

Работая в сверхоснащенной и современной лаборатории найдите причину болезни у пациента.

5) Виды РНК. Кодированный потенциал РНК. Функции белков.

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация, но не в области гена. Какова её возможная функциональность, какими методами можно её определить? Предложите варианты лечения.

6) Некодирующие РНК. Основные этапы трансляции.

Вы пришли в лабораторию, и вам выдали для исследования новый ранее не описанный ген. Ваши действия по его исследованию.

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 и экзамене.

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

Вопросы для дифференцированного зачета:

Основные этапы репликации. Ферменты и их характеристики.

Ремоделинг хроматина

Вторичная структура ДНК. Стэкинг взаимодействия. Неканонические формы ДНК. Квадруплексы.

Реализация репликации у разных организмов

Вы пришли в лабораторию, и вам выдали для исследования новый ранее не описанный ген. Ваши действия по его исследованию.

Теломеры, теломераза.

Молекулярно-биологические методы

Методы исследования первичной и вторичной структуры нуклеиновых кислот

Регуляция активности генов у эукариотов

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация, но не в области гена. Какова её возможная функциональность, какими методами можно её определить? Предложите варианты лечения.

Происхождение ДНК. История её изучения. Информационная емкость. Реализация ДНК как генетического материала.

Особенности транскрипции у про- и эукариот.

Вы пришли в лабораторию, и вам выдали для исследования новый ранее не описанный ген. Ваши действия по его исследованию.

Анализ первичной структуры ДНК и её функции. Гены, псевдогены, регуляторные участки, повторы, транспозоны, полиморфизм.

Некодирующие РНК

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация в области некодирующей РНК. Определите её функциональность.

Процессинг матричной РНК

Репарация

Работая в сверхоснащенной и современной лаборатории найдите причину болезни у пациента.

Виды РНК. Кодированный потенциал РНК

Функции белков

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация, но не в области гена. Какова её возможная функциональность, какими методами можно её определить? Предложите варианты лечения.

Некодирующие РНК

Вы пришли в лабораторию, и вам выдали для исследования новый ранее не описанный ген. Ваши действия по его исследованию.

Особенности трансляции у про- и эукариот

Процессинг матричной РНК

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация в области некодирующей РНК. Определите её функциональность.

Кэп-независимая инициация трансляции у эукариот

Метилирование ДНК

Работая в сверхоснащенной и современной лаборатории найдите причину болезни у пациента.

Определение структуры белков экспериментальное и компьютерное. Фолдинг белка

Вопросы для экзамена:

Ремоделинг хроматина

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация, но не в области гена. Какова её возможная функциональность, какими методами можно её определить? Предложите варианты лечения.

Структурная протеомика

Репарация

Вы пришли в лабораторию, и вам выдали для исследования новый ранее не описанный ген. Ваши действия по его исследованию.

Уровни эпигенетической регуляции

Дизайн белков с заданными функциями

Метилирование ДНК

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация, но не в области гена. Какова её возможная функциональность, какими методами можно её определить? Предложите варианты лечения.

Функционирование вторичной структуры ДНК, квадруплексы. ДНКазы.

Процессинг матричной РНК

Вы пришли в лабораторию, и вам выдали для исследования новый ранее не описанный ген. Ваши действия по его исследованию.

Виды РНК. Кодированный потенциал РНК

Функции белков

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация в области некодирующей РНК. Определите её функциональность.

Основные этапы трансляции.

Ремоделинг хроматина

Работая в сверхоснащенной и современной лаборатории найдите причину болезни у пациента.

Основные этапы репликации. Ферменты и их характеристики.

Ремоделинг хроматина

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация, но не в области гена. Какова её возможная функциональность, какими методами можно её определить? Предложите варианты лечения.

Вторичная структура ДНК. Стабильность взаимодействия. Неканонические формы ДНК. Квадруплексы.

Разнообразие реализации природных молекул

Вы пришли в лабораторию, и вам выдали для исследования новый ранее не описанный ген. Ваши действия по его исследованию.

Теломеры, теломераза.

Молекулярно-биологические методы

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация в области некодирующей РНК. Определите её функциональность.

Первичная, вторичная, третичная структура РНК.

Регуляция активности генов у прокариот

Работая в сверхоснащенной и современной лаборатории найдите причину болезни у пациента.

Билет 1.

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация, но не в области гена. Какова её возможная функциональность, какими методами можно её определить? Предложите варианты лечения.

Функции белков.

Билет 2.

В геноме больного при секвенировании найдена одна мутация в области некодирующей РНК. Определите её функциональность.

Основные этапы трансляции.

### 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.

Оценка "зачтено" - ставится при правильном ответе на вопросы к зачету,

Оценка "не зачтено" - ставится при неправильном ответе.

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

Аттестация по дисциплине осуществляется в форме дифференцированного зачета. При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету при устном ответе не должен превышать одного астрономического часа. При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.