

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биохимии и микробиологии

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.6.2 Биохимия и молекулярная биология»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Медицинская физика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.6.2 Биохимия и молекулярная биология» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии

протокол № \_\_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

протокол № 7 от 15 февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биохимии и микробиологии

Е.С. Барышева

Исполнитель:

доцент

О.К. Давыдова

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

В.Л. Бердинский

Заведующий отделом формирования фонда и изучной обработки документов

Уполномоченный по качеству факультета

А.Н. Сизенцов

№ регистрации

190718

© Давыдова О.К., 2024  
© ОГУ, 2024

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

формирование у студентов современных представлений об уровне научных достижений в области биохимии и молекулярной биологии.

**Задачи:**

- владение информацией об основных и последних достижениях о структуре биологических макромолекул: нуклеиновых кислот, белков и липидов; о матричных процессах: репликации, транскрипции и трансляции; механизмах репарации ДНК; структуре генома и генов, механизме функционирования генов;

- освещение представлений об основных проблемах, современном состоянии и перспективах развития в области молекулярной биологии.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.6 Химия*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен использовать специализированные знания в области фундаментальных основ физики живых систем, физико-химической биологии и применения диагностического и лечебного оборудования	ПК*-1-В-1 Знает фундаментальные основы физики живых систем, физико-химической биологии и применения диагностического и лечебного оборудования ПК*-1-В-2 Владеет специализированными знаниями в области физики и смежных естественнонаучных дисциплин ПК*-1-В-3 Умеет решать профессиональные задачи с применением специализированных физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования	<b>Знать:</b> - основные эффекты при взаимодействии оптического излучения видимого и инфракрасного диапазона с биологическими молекулами; <b>Уметь:</b> - ориентироваться в назначении методов исследования; <b>Владеть:</b> - навыками первичного анализа и сопоставления собственных полученных данных с информацией из специализированной литературы.
ПК*-2 Способен проводить научные исследования в избранной	ПК*-2-В-1 Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере	<b>Знать:</b> - методы научно-исследовательской

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
экспериментальной или теоретической области с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	профессиональной деятельности ПК*-2-В-2 Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	деятельности; <b>Уметь:</b> - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач; <b>Владеть:</b> - навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития.

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>61,25</b>	<b>61,25</b>
Лекции (Л)	30	30
Практические занятия (ПЗ)	30	30
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - написание эссе (Э); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - изучение разделов массового открытого онлайн-курса «Молекулярная биология и генетика»; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	<b>46,75</b>	<b>46,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов
---	-----------------------	------------------

раздела		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Определение предмета «молекулярная биология». Этапы развития. Основные открытия. Принципы строения и основные функции биополимеров. Белки и нуклеиновые кислоты	14	4	4		6
2	Структурно-функциональная организация генетического аппарата клетки и его нестабильность	14	4	4		6
3	Молекулярные механизмы репликации. Системы рестрикции и модификации ДНК	10	2	2		6
4	Молекулярные механизмы транскрипции и трансляции. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции	10	2	2		6
5	Молекулярные механизмы возникновения мутаций и механизмы репарации ДНК	14	4	4		6
6	Молекулярные механизмы рекомбинации	10	2	2		6
7	Формы переноса генетического материала	18	6	6		6
8	Основные приёмы генной инженерии и задачи молекулярной биологии в XXI веке	18	6	6		6
	Итого:	108	30	30		48
	Всего:	108	30	30		48

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**1 раздел Определение предмета «молекулярная биология». Этапы развития. Основные открытия. Принципы строения и основные функции биополимеров. Белки и нуклеиновые кислоты** *Молекулярная биология как самостоятельная наука, изучающая молекулярные основы жизнедеятельности клетки, и как первая область человеческих знаний, сформированная на нераздельном естествознании, на триединстве физики, химии и биологии. Задачи молекулярной биологии: познание основных закономерностей жизнедеятельности исходя из структуры макромолекул. Фундаментальное и прикладное значение молекулярной биологии. Новые отрасли биологии и новые аспекты классических биологических наук, возникшие на основе молекулярной биологии.*

*Классификация аминокислот. Первичная и вторичная структура белка. Третичная и четвертичная структура белка. Глобулярные и фибриллярные белки. Денатурация и ренатурация белков. Фолдинг белков. Шапероны. Шаперонины. Прионы. Основные биологические функции белков.*

*Общее понятие о функциях нуклеиновых кислот. ДНК как генетический материал. Природа генетической информации. Нуклеозид, нуклеотид, полинуклеотид. Нерегулярные полимеры. Принципы строения двойной спирали ДНК. Виды ДНК. Параметры В-, А- и Z-форм ДНК. Виды РНК. Их роль в клетке. Функции ДНК. Информационная емкость. Основные физико-химические свойства ДНК. Принцип биохимического единства всего живого.*

**2 раздел Структурно-функциональная организация генетического аппарата клетки и его нестабильность** *Геном как информационная система и как совокупность всех генов и межгенных участков ДНК. Компактизация ДНК бактерий. Суперспирализованные петли нуклеоида. ДНК-связывающие белки петель, структура и функции. Роль доменной организации в функционировании бактериального генома. Уникальные и повторяющиеся последовательности ДНК. Размеры. Уровень сложности. Доля структурных генов и число генов в различных геномах. Гены "домашнего хозяйства" и гены "роскоши". Локализация генов в хромосомах. Принцип линейного фиксированного расположения генов в хромосоме. Трансформация бактерий с помощью чистой ДНК. Опыт Эйвери, Мак-Леода и Мак-Картти (1944). Заражение бактерии фаговой ДНК. Опыт Херши и Чейз. Современные методы и подходы к изучению геномов (геномика).*

Общие представления о строении генетического аппарата про- и эукариот. Организация хромосом и генов в хромосоме. Уровни организации хроматина у эукариот.

Гипотеза «один ген – один фермент» как следствие развития молекулярной генетики. Дальнейшее развитие гипотезы: «один ген – одна полипептидная цепь». Предшественники белков и случаи «один ген – несколько полипептидов». Перекрывающиеся гены.

Пластичность (непостоянство) геномов. Явление транспозиции. Открытие транспозиции у бактерий. Перемещающиеся (мобильные) элементы бактерий (IS, Tn, , их характеристика, особенности. Функция транспозазы и резольвазы. Молекулярные механизмы транспозиции (репликативная и нерепликативная транспозиция). Функции мобильных элементов генома. Мигрирующие элементы и естественный отбор. Горизонтальный перенос генов и его роль в эволюции бактерий.

Плазмиды, их классификация и фенотипические признаки. Взаимодействие плазмидных репликонов в бактериальной клетке: исключение вхождения и несовместимость, рекомбинация. Группы несовместимости плазмид. Механизмы репликации плазмид. Методы генетического анализа плазмидной ДНК. Биологическое значение плазмид и их роль в эволюции бактерий.

### **3 раздел Молекулярные механизмы репликации. Системы рестрикции и модификации ДНК**

Полуконсервативный механизм редупликации ДНК (опыт Мезельсона и Сталя). Типы репликации (модели, предусматривающие образование  $\theta$ -формы и D-петли, модель "катящегося кольца"). Ферментативная система синтеза ДНК *in vitro*. Проблема денатурации матрицы при репликации ДНК. Репликативная «вилка». «Расплетающие» белки. Инициация синтеза ДНК. SSB. Геликазы. Принципы работы и биологические функции топоизомераз. Активирование ДНК. Ферменты биосинтеза ДНК. ДНК-полимераза I (фермент Корнберга). Роль ДНК-полимеразы III в репликации. Сравнительная характеристика ДНК-полимераз I, II и III из *E.coli*. *holo*-фермент. Роль 3'→5' и 5'→3' гидролитических активностей. Схема непрерывной антипараллельной репликации Корнберга. Схема непрерывной параллельной репликации Кэрна. Схема прерывистой антипараллельной репликации Оказаки. Фрагменты Оказаки. Структура и порядок образования праймосомы. Точность редупликации ДНК и мутантные ДНК-полимеразы. ДНК-лигазы. Понятие реписомы. Регуляция репликации хромосомы. Современные модели репликации.

Роль систем рестрикции и модификации ДНК, индуцируемых клеткой-хозяином. Метилирование ДНК фагов и бактерий. Рестрикция неметилированной ДНК. Классификация систем рестрикции - модификации. Ферменты рестрикции и модификации. Специфичность рестриктаз и метилаз. Механизм действия.

Проблема недорепликации 3'-концов линейных молекул. Теломеры и теломераза .

### **4 раздел Молекулярные механизмы транскрипции и трансляции. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции**

Принципы транскрипции. Субъединичный состав РНК-полимеразы *E.coli*. *Holo*- и *Core*- фермент. Понятие об опероне. Классическая схема оперона по Жакобу и Моно. Особенности структуры промоторов. Механизмы узнавания промотора РНК-полимеразой. Этапы транскрипции. Терминация транскрипции. Механизмы антитерминации. Негативная индукция. Позитивная индукция. Негативная репрессия. Позитивная репрессия. Аттенуация в регуляции экспрессии триптофанового оперона *E.coli*. Центральная догма молекулярной биологии. Обратная транскрипция. РНК как генетический материал ретровирусов. Особенности транскрипции у эукариот. Понятие об экзонах и интронах.

Процессинг РНК. Сплайсинг. Структура рибосом про- и эукариот. Образование инициаторного комплекса трансляции у прокариот. Этапы трансляции. Белковые факторы трансляции.

### **5 раздел Молекулярные механизмы возникновения мутаций и механизмы репарации ДНК**

Молекулярные механизмы возникновения мутаций. Эволюция взглядов на изменчивость микроорганизмов. Доказательство мутационной природы изменчивости бактерий.

Механизм действия мутагенов. Мутации, возникающие в процессе репликации ДНК. Гены - мутаторы. Индуцированный мутагенез. Классификация мутаций. Различия в частотах разных типов мутаций и их причины. Понятие о мутационных системах и мутационном анализе. Методы выделения мутантов.

Механизмы репарации ДНК. Репарационные системы. Световая репарация. Эксцизионная репарация. Репарация неспаренных оснований. Пострепликативная репарация. SOS - ответ. Ферменты, участвующие в репарации. Молекулярный процесс их функционирования, связь с мутационным процессом. Стрессы, повреждающие ДНК.

### **6 раздел Молекулярные механизмы рекомбинации** Типы генетической рекомбинации. Общая

(гомологичная) рекомбинация. Разрыв и воссоединение нитей ДНК. Структуры Холлидея. Энзимология процесса рекомбинации. Горячие точки рекомбинации. Схема Дж. Жостака (репарация двуникового разрыва). Сайт-специфическая рекомбинация. Гены, контролирующие интеграцию и эксцизию. Биологическая роль инверсий. Механизм работы инвертаз.

**7 раздел** **Формы переноса генетического материала** Трансформация. Открытие эффекта. Особенности переноса генетического материала при трансформации: компетентность, проникновение ДНК донора в клетку реципиента, эффективность и механизм включения ДНК донора в геном реципиента. Спонтанная трансформация. Трансфекция.

Трансдукция. Специфическая трансдукция: ее особенности и механизмы. Общая трансдукция: ее особенности и механизмы.Abortивная трансдукция. Конъюгация. Открытие конъюгации у *Escherichia coli* и особенности этого процесса. Половая дифференцировка у кишечной палочки (свойства  $F^-$ ,  $F^+$  и  $Hfr$  - штаммов). Половой фактор, его функции, интеграция в хромосому и исключение.

Организация *tra*-оперона. Стадии процесса конъюгации. Трансформация. Открытие эффекта. Особенности переноса генетического материала при трансформации: компетентность, проникновение ДНК донора в клетку реципиента, эффективность и механизм включения ДНК донора в геном реципиента. Спонтанная трансформация. Трансфекция.

Трансдукция. Специфическая трансдукция: ее особенности и механизмы. Общая трансдукция: ее особенности и механизмы. Abortивная трансдукция. Конъюгация. Открытие конъюгации у *Escherichia coli* и особенности этого процесса. Половая дифференцировка у кишечной палочки (свойства  $F^-$ ,  $F^+$  и  $Hfr$  - штаммов). Половой фактор, его функции, интеграция в хромосому и исключение.

Организация *tra*-оперона. Стадии процесса конъюгации.

**8 раздел** **Основные приёмы генной инженерии и задачи молекулярной биологии в XXI веке** Генная инженерия как наука, отличия от классической селекции. Методы генной инженерии. Особенности микроорганизмов как объекта генетических исследований. Конструирование рекомбинантной ДНК (рестриктазно-лигазный и коннекторный методы). Требования к векторной ДНК, её состав. Гены-маркеры. Типы векторов: бактериальные плазмиды, вирусы, транспозоны. Способы введения молекул ДНК в клетки. Методы отбора гибридных клонов. Теоретические и практические аспекты генетической инженерии. Основные направления, перспективы и ожидаемые результаты использования генных технологий. Использование результатов молекулярно-генетических исследований в решении проблем медицины, экологии и биотехнологии. Молекулярная биология и возникновение жизни. Молекулярно-биотехнологическая революция.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Определение предмета «молекулярная биология». Этапы развития. Основные открытия. Принципы строения и основные функции биополимеров. Белки и нуклеиновые кислоты	4
2	2	Структурно-функциональная организация генетического аппарата клетки и его нестабильность	4
3	3	Молекулярные механизмы репликации. Системы рестрикции и модификации ДНК	2
4	4	Молекулярные механизмы транскрипции и трансляции. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции	2
5	5	Молекулярные механизмы возникновения мутаций и механизмы репарации ДНК	4
6	6	Молекулярные механизмы рекомбинации	2
7	7	Формы переноса генетического материала	6
8	8	Теоретические основы генной инженерии	6
		Итого:	30

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Коничев, А. С. Молекулярная биология : учеб. для пед. вузов - М. : Академия, 2005. - 400 с.
2. Гончаренко, Г. Г. Основы генетической инженерии : учеб. пособие - Минск : Вышэйш. шк., 2005. - 184 с.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб. пособие для вузов / И. Ф. Жимулев; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифье в.- 3-е изд. испр. - Новосибирск : Сибирское ун-ое изд-во, 2006. - 479 с.
2. Генетика: учебник для вузов / В. И. Иванов [и др.] ; под ред. В. И. Иванова. - М. : Академкнига, 2006. - 638 с.
3. Молекулярная биология : учебник / В.В. Иванищев. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2018 – 225 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/916275>
4. Алексеев, В. И. Прикладная молекулярная биология : учеб. пособие / В. И. Алексеев, В. А. Каминский.- М. : КомКнига, 2005. - 200 с.

### 5.3 Периодические издания

1. Молекулярная биология: журнал. – М.: АРСМИ. – ISSN 0026-8984, 2005-2007, 2009 гг.
2. Биотехнология : журнал. - М. : АРЗИ. – ISSN 0234-2758, 2008-2010, 2013 гг.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. Онлайн-версия научно-популярного проекта «Элементы», целью которого является популяризация науки. Режим доступа: <http://elementy.ru/>
2. Научно-популярный сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии. Режим доступа: <http://biomolecula.ru/>
3. Научно-популярный журнал «Мембрана» – площадка для обмена информацией о технологиях, которые меняют жизнь, посвященная победам науки, достижениям техники, прорывам в дизайне, открытиям в медицине, успехам в бизнесе. Режим доступа: <http://www.membrana.ru/>

Онлайн-курсы:

4. <http://lectoriy.mipt.ru/course/Biology-Molecular-14L#lectures> - Московский физико-технический институт, Курс «Молекулярная биология»;
5. <https://stepik.org/course/70/promo> - «Stepik», каталог курсов MOOK: «Молекулярная биология и генетика».

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Пакет офисных приложений LibreOffice
2. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.