

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 2022

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

Кафедра биохимии и микробиологии

наименование кафедры

протокол № 8 от "28" февраля 2022г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биохимии и микробиологии

наименование кафедры

подпись



Е.С. Барышева

расшифровка подписи

Исполнитель:

доцент

(должность)

подпись



О.К. Давыдова

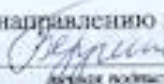
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

код наименования



подпись

В.А. Берышева

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

подпись



Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

подпись



А.Н. Сычев

расшифровка подписи

№ регистрации 140124

© Давыдова О.К., 2022

© ОГУ, 2022

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	Знать: - основные эффекты при взаимодействии оптического излучения видимого и инфракрасного диапазона с биологическими молекулами; Уметь: - ориентироваться в назначении методов исследования; Владеть: - навыками первичного анализа и сопоставления собственных полученных данных с информацией из специализированной литературы.
ПК*-2 Способен проводить научные исследования в избранной экспериментальной или	ПК*-2-В-1 Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности	Знать: - методы научно-исследовательской деятельности;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
теоретической области с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК*-2-В-2 Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Уметь: - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач; Владеть: - 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 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	69,25	69,25
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - написание эссе (Э); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	74,75	74,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Определение предмета «молекулярная	18	4	4		10

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	биология». Этапы развития. Основные открытия. Принципы строения и основные функции биополимеров. Белки и нуклеиновые кислоты					
2	Структурно-функциональная организация генетического аппарата клетки и его нестабильность	18	4	4		10
3	Молекулярные механизмы репликации. Системы рестрикции и модификации ДНК	18	4	4		10
4	Молекулярные механизмы транскрипции и трансляции. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции	16	4	4		8
5	Молекулярные механизмы возникновения мутаций и механизмы репарации ДНК	18	4	4		10
6	Молекулярные механизмы рекомбинации	16	4	4		8
7	Формы переноса генетического материала	18	4	4		10
8	Основные приёмы генной инженерии и задачи молекулярной биологии в XXI веке	22	6	6		10
	Итого:	144	34	34		76
	Всего:	144	34	34		76

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-Карти (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 θ -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 $3' \rightarrow 5'$ и $5' \rightarrow 3'$ гидролитических активностей. Схема непрерывной антипараллельной репликации Корнберга. Схема непрерывной параллельной репликации Кэрнса. Схема прерывистой антипараллельной репликации Оказаки. Фрагменты Оказаки. Структура и порядок образования праймосомы. Точность редупликации ДНК и мутантные ДНК-полимеразы. ДНК-лигазы. Понятие реплисома. 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. Аттenuация 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 двунитевого разрыва). Сайт-специфическая рекомбинация. Гены, контролирующие интеграцию и эксцизию. Био-

логическая 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	4
4	4	Молекулярные механизмы транскрипции и трансляции. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции	4
5	5	Молекулярные механизмы возникновения мутаций и механизмы репарации ДНК	4
6	6	Молекулярные механизмы рекомбинации	4
7	7	Формы переноса генетического материала	4
8	8	Теоретические основы генной инженерии	6
		Итого:	34

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. Акифьев. - 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. Онлайновая 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:
1. <http://lectoriy.mipt.ru/course/Biology-Molecular-14L#lectures> - Московский физико-технический институт, Курс «Молекулярная биология»;
 2. <https://postnauka.ru/courses/50079> - ассоциация специалистов в сфере образования, науки и просвещения «Издательский дом «ПостНаука», Курс «Работа генов».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access)

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.