

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Инженерно-технический институт
Кафедра биологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Т. В. Пасько
«17» июня 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.7 Молекулярная биология

Направление подготовки/специальность: 06.03.01 - Биология

Профиль/направленность/специализация: Общая биология и биотехнология

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2026

Авторы программы:

Кандидат биологических наук, доцент Малышева Елена Владимировна

Кандидат биологических наук, Гончаров Александр Геннадьевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 - Биология (уровень бакалавриата) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «07» августа 2020 г. № 920).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биологии и биотехнологии «16» июня 2026 г. Протокол № 11

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Инженерно-технического института, Протокол от «17» июня 2026 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	14
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	24
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	25
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	26

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-2 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ в соответствии с направлением подготовки

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 01 Образование и наука (в сферах: образования; научных исследований живой природы; научных исследований с использованием биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, в целях охраны природы)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-2 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ в соответствии с направлением подготовки	Анализирует современные методы и подходы в молекулярной биологии. Эксплуатирует современное оборудование для выполнения лабораторных работ по молекулярной биологии

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-2 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ в соответствии с направлением подготовки

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения					
		Очная (семестр)					
		2	3	4	6	7	8
1	Биохимия	+					
2	Иммунология				+		
3	Культивирование клеток				+		
4	Методика преподавания биологии					+	

5	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				+		
6	Ознакомительная практика			+			
7	Основы нанобиотехнологии					+	
8	Практика по профилю профессиональной деятельности					+	
9	Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа						+
10	Систематика высших растений		+	+			
11	Учебные экскурсии в биологии					+	

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Молекулярная биология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 06.03.01 - Биология.

Дисциплина «Молекулярная биология» изучается в 3 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 4 з.е.

Очная: 4 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	144
Контактная работа	48
Лекции (Лекции)	16
Лабораторные (Лаб. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	60
Экзамен	36

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
3 семестр					
1	ДНК, ее строение и репликация.	1	4	6	Лабораторная работа

2	Хроматин. Регуляция активности генов.	1	4	6	Лабораторная работа
3	РНК, ее структура и функции.	2	4	6	Лабораторная работа
4	Биосинтез белка.	2	4	6	Лабораторная работа
5	Структура и функции белков.	2	4	6	Контрольная работа; Лабораторная работа
6	Основы биохимии и молекулярной генетики	1	2	6	Лабораторная работа
7	Метаболизм и регуляция	1	2	6	Лабораторная работа
8	Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика.	2	2	6	Лабораторная работа
9	Редактирование геномов. Синтез генов.	2	2	6	Лабораторная работа
10	Метаболическая инженерия.	2	4	6	Лабораторная работа; Контрольная работа

Тема 1. ДНК, ее строение и репликация. (ПК-2)

Лекция.

История доказательства генетической функции ДНК. Опыты Эвери, Херши и Чейз. Физические свойства молекулы ДНК. Конформационные формы ДНК А, В, и Z, их физические параметры. Неканоническая Н-форма ДНК. Денатурация и ренатурация ДНК. Нуклеотидные последовательности ДНК, определяющие конформацию ДНК, гибкость или жесткость молекулы. Комплементарные пары оснований Уотсона-Крика и Хугстина. Триплексы. Кольцевые молекулы ДНК и понятие о сверхспирализации ДНК. Параметры сверхспирализованной и конформационные переходы в сверхспирализованной молекуле ДНК. Топоизомеры ДНК. Топоизомеразы и их типы. Механизмы действия топоизомераз. ДНК-гираза бактерий. Молекулярные механизмы, координирующие клеточный цикл и репликацию ДНК. Понятие о “сверочных точках” (checkpoints). Циклины и протеинкиназы. Протоонкогены, участвующие в регуляции клеточного цикла. “Расписание репликации” участков хромосомы в клеточном цикле. Молекулярные механизмы, препятствующие новой инициации репликации до завершения клеточного цикла. Случаи локальной амплификации участков ДНК эукариот, ее возможные механизмы. Механизмы упаковки ДНК при подготовке к делению клетки. Когезины и конденсины в расхождении и упаковке хромосом. Проблема репликации линейного незамкнутого фрагмента ДНК. Теломера и теломерные повторы. Теломераза, ее РНК-компонент. Теория старения в связи с динамикой структуры теломеры. Регуляция длины теломеры. Структура ДНК (теломерная петля) и специфические белки в районе теломерных последовательностей. ДНК в районе центромеры, особенности структурной организации. Кинетохор. Искусственные хромосомы эукариот.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "ДНК, ее строение и репликация".

- 1 Полимеразы, участвующие в репликации, характеристика их ферментативных активностей.
- 2 Точность воспроизведения ДНК.

- 3 Роль стерических взаимодействий между парами оснований ДНК при репликации.
- 4 Полимеразы I, II и III E.coli. Субъединицы полимеразы III.
- 5 Понятие о процессивности ДНК полимераз.
- 6 Полимеразы ("мутаза"), обеспечивающие неточное воспроизведение ДНК.
- 7 Вилка репликации, "ведущая" и "отстающая" нити при репликации.
- 8 Фрагменты Оказаки.
- 9 Координации синтеза ДНК на комплементарных нитях.
- 10 Комплекс белков в репликационной вилке.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Регуляция инициации репликации у E.coli.
- 2 Структура участка старта репликации (origin, ori). Структурные переходы ДНК в районе старта репликации. Репликатор.
- 3 Понятие о репликоне.
- 4 Роль метилирования ДНК в регуляции репликации. Терминация репликации у бактерий.
- 5 Расхождение ori хромосом перед делением бактериальной клетки.
- 6 Особенности регуляции репликации плазмид.
- 7 Двунправленная репликация и репликация по типу катящегося кольца.

Тема 2. Хроматин. Регуляция активности генов. (ПК-2)

Лекция.

Нуклеосома как единица структурной организации хроматина. Хроматосома. Октамер гистонов в составе нуклеосомы. Линкер и линкерные гистоны. Нуклеосомы и транскрипция. "Трансляционное" и "ротационное" позиционирование ДНК на гистоновой глобуле. Сборка нуклеосом при репликации ДНК, ее этапы, нуклеоплазмин. Варианты белков-гистонов. Замещение вариантов гистонов без репликации ДНК. Структура хроматина в районах инициации репликации. Модификация структуры хроматина и процессы репарации. Химические модификации гистонов: ацетилирование, фосфорилирование, метилирование, убиквитинилирование и ADP-рибозилирование. Понятие о "гистоновом коде". Активный и неактивный хроматин. Механизмы репрессии генов, обусловленные деацетилированием и метилированием гистонов. АТР-зависимое "ремоделирование" хроматина. Молекулярные машины ремоделирования. Роль нуклеосомных структур в активации экспрессии гена. Системная регуляция генов X-хромосом на уровне хроматина у млекопитающих и дрозофилы. Некодирующая РНК как структурный компонент хроматина. Короткие РНК (21-23 нуклеотида) в организации структуры неактивного хроматина. Хроматин и гетерохроматин. Распространение гетерохроматинизации по хромосоме. Варианты гистонов нуклеосом, препятствующие гетерохроматинизации. Модификация гистонов как сигнал для метилирования ДНК. Механизмы инактивации генов при метилировании ДНК. Репликативное метилирование ДНК. Дезаминирование 5-метилцитозина и мутации. ДНК-метилтрансферазы эукариот. Наследование метилированного состояния и метилирование de novo. "Родительский" геномный импринтинг как эпигенетическая регуляция экспрессии генов. Характер метилирования ДНК, его изменчивость в развитии млекопитающих. Эффекты положения генов. Белковые комплексы в определении эпигеномного наследования.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "Хроматин. Регуляция активности генов".

- 1 Представление о петлевой организации хромосом.
- 2 Ядерный матрикс. Белки-лаminy внутренней ядерной мембраны и их участие в инактивации генов.
- 3 Хромосомные территории в интерфазном ядре. Особенности пространственной внутриядерной структуры хромосом и активность генов.
- 4 Гомеодомены регуляторных белков и явление гомейозиса.

- 5 Комбинаторные механизмы, обеспечивающие специфичность взаимодействий гомеодоменов с регуляторными модулями ДНК.
- 6 Гены-мишени гомеодоменных белков. Принципы структурной организации и регуляции активности генов НОХ-кластеров, определяющих план строения тела.
- 7 Транскрипционные факторы как морфогены в развитии многоклеточных организмов. Понятие о позиционной информации.
- 8 Механизмы возникновения пространственно ограниченных морфогенетических градиентов факторов транскрипции.
- 9 Особенности структуры промоторов генов, ответственных за сегментную экспрессию белков-морфогенов в развитии дрозофилы.
- 10 Внешние сигналы (митогенные факторы, гормоны), регулирующие транскрипцию генов. Примеры систем передачи сигналов.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Белки-коактиваторы семейства 300/CBP.
- 2 Ядерные рецепторы гормонов, их домены, особенности “узнавания” ими регуляторных последовательностей ДНК.
- 3 Глюкокортикоидный и тиреоидный рецепторы, рецептор эрдистерона, ретиноевой кислоты и ее метаболитов.
- 4 Гетеродимеры рецепторов, ответственных за разнообразие физиологических эффектов, индуцированных гормонами.
- 5 Рецепторы-сироты. Интеграция воздействий стероидных гормонов и митогенных факторов.

Тема 3. РНК, ее структура и функции. (ПК-2)

Лекция.

Принцип комплементарности в структуре ДНК, ее редупликации и транскрипции. Поток генетической информации ДНК - РНК - белок. Информационная (кодирующая) РНК, или мРНК. История расшифровки генетического кода. Основные свойства кода: триплетность, код без запятых, вырожденность. Особенности кодового словаря, семьи кодонов, смысловые и «бессмысленные» кодоны. Некодирующие РНК: открытие, основные виды (рибосомные РНК, тРНК). Малые не кодирующие РНК. Современный мир РНК. Первичная структура. Модифицированные основания. Одноцепочечность. Вторичная структура: формирование коротких двойных спиралей за счет взаимодействия смежных участков внутри цепи. А-форма двойной спирали РНК. Принцип комплементарности и отклонения от него. «Дефекты» коротких двойных спиралей и отклонения от двуспиральной структуры. «Тетралупы». Псевдоузлы. Тройные взаимодействия. Третичная структура: компактное сворачивание полирибонуклеотидной цепи, дальние комплементарные взаимодействия, спираль-спиральные взаимодействия, формирование крупных доменов. Структура тРНК. Структура рибосомных РНК. Комплементарное воспроизведение первичной структуры в реакциях репликации и обратной транскрипции. Кодирование первичной структуры полипептидов (белков). Пространственное структурообразование. Функции специфического узнавания и связывания лигандов. Каталитические функции.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "РНК, ее структура и функции".

- 1 Определение транслокации, физические события транслокации, экспериментальные тесты.
- 2 Участие фактора элонгации EF2 (EF-G) с ГТФ. Доменная структура EF-G; особенности домена IV. «Молекулярная мимикрия» (сходство EF-G с комплексом EF-Tu:Аа-tRNA).
- 3 «Энзиматическая» и «неэнзиматическая» (бесфакторная) транслокация.
- 4 Основные следствия открытия бесфакторной транслокации: транслокация как свойство рибосомы, термодинамическая спонтанность транслокации, каталитическая функция EF-G, зависимость конформационного катализа от ГТФ.
- 5 Ингибиторы транслокации: фусидовая кислота, виомицин, их механизмы действия.

- 6 «Непотриплетная» транслокация: проскальзывание по гомополимерному участку мРНК, соскальзывание на смежный триплет, «прыжок» через несколько нуклеотидов мРНК.
- 7 Транслокационный сдвиг рамки. Соскальзывание и сдвиг рамки при трансляции RF2-мРНК.
- 8 «Прыжок» при трансляции мРНК гена топоизомеразы фага T4. «Прыжок» с домена тРНК на домен мРНК в случае тмРНК («транс-трансляция»).

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Транслокация как проявление транспортной функции рибосомы.
- 2 Крупноблочная подвижность рибосомы. Принцип смыкания – размыкания. Первые экспериментальные доказательства подвижности этого типа в рибосоме при транслокации (малоугловое нейтронное рассеяние).
- 3 Подвижность доменов малой субчастицы рибосомы при кодон-зависимом связывании аминоксил-тРНК (рентгеноструктурный анализ).
- 4 Подвижность в большой субъединице и межсубъединичные сдвиги при связывании аминоксил-тРНК и транслокации.
- 5 Особенности молекулярных машин; тепловые движения как движущая сила. Отбор движений («демон Максвелла») в молекулярных машинах.
- 6 Роль связывания ГТФ и его гидролиза в отборе движений.
- 7 Полный рабочий цикл рибосомы как молекулярной машины.

Тема 4. Биосинтез белка. (ПК-2)

Лекция.

Химические реакции, приводящие к образованию пептидной связи в процессе биосинтеза белка. Активация аминокислоты в реакции с АТФ; образование аминоксиладенилата. Перенос аминоксилного остатка на тРНК. Аминоксил-тРНК-синтетазы. Активные центры синтетаз и их специфичность. Принцип «реактивности половины центров» при функционировании синтетаз. Два класса аминоксил-тРНК-синтетаз, их структурные и функциональные различия. Участки взаимодействия молекул тРНК с аминоксил-тРНК-синтетазами; различия двух классов. Эпикл трансляции: инициация, элонгация и терминация. Полирибосома. Сопряженная транскрипция-трансляция у прокариот. Рабочий элонгационный цикл рибосомы; три основных этапа цикла. Парциальные функции рибосомы в ходе трансляции. Локализация функциональных центров рибосомы. А, Р и Е участки связывания тРНК. Полярность считывания матрицы (мРНК) в ходе трансляции.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "Биосинтез белка".

- 1 Методы определения аминокислотного состава и первичной структуры белков.
- 2 Масс-спектрометрия белков.
- 3 Принципы метода, подготовка образцов к анализу.
- 4 Реакции химической модификации функциональных групп аминокислот.
- 5 Методы специфической и неспецифической фрагментации полипептидной цепи - химические и ферментативные. Области применения метода.
- 6 Разделение пептидов, получаемых при расщеплении белков.
- 7 Определение N-концевых аминокислот. Метод Сэнгера.
- 8 Определение C-концевых аминокислот и последовательностей.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Автоматическое секвенирование белков по Эдману.
- 2 Локализация дисульфидных связей в белках.
- 3 Пептидное картирование. Методы изучения молекулярных комплексов.
- 4 Методы и задачи протеомики.

Тема 5. Структура и функции белков. (ПК-2)

Лекция.

История изучения химии белка. Представления о белках как о биополимерах. Общие свойства белков и принципы их организации. Основные функции белков. Принципы классификации белков, их разнообразие. Белки, включающие небелковые компоненты: металлопротеиды, хромопротеиды, гликопротеиды. Уровни структурной организации белковой молекулы. Классификация, строение и физико-химические свойства аминокислот. Оптическая изомерия. Физико-химические свойства боковых радикалов аминокислот. Селеноцистеин. Свойства боковых радикалов аминокислот в составе белков, важные для формирования молекулы. Биохимические методы определения аминокислот и белков. Принципы выделения и очистки белков. Доказательства индивидуальности белка. Микрогетерогенность белка. Роль водородных связей для формирования вторичной структуры. Альфа-спираль как важнейший элемент регулярной вторичной структуры белка. Основные свойства альфа-спиралей: формирование дипольного момента, роль боковых радикалов аминокислотных остатков. Виды спиральных структур. Бета-структура: параллельное и антипараллельное расположение цепей при формировании слоев. Петли, их локализация на поверхности белков. Шпилька как элемент вторичной структуры белков. Топологические диаграммы. Стабильность пространственной структуры белка. Формирование третичной структуры белка в процессе синтеза. Гидрофобное ядро. Форма, компактность и динамика молекулы белка. Роль дисульфидных связей в стабилизации третичной структуры некоторых белков и пептидов. Взаимосвязь элементов вторичной структуры в составе белковой глобулы. Консенсусные последовательности аминокислот в предсказании третичной структуры. Понятие структурной классификации белков. Стехиометрия и геометрия четвертичной структуры. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Методы исследования четвертичной структуры. Биологическое значение четвертичной структуры. Основные классы белков.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "Структура и функции белков".

- 1 Организация рецепторов, способы их закрепления на мембране.
- 2 Структура белков, принимающих участие в передаче сигнала в клетку.
- 3 G-белки, структура, функции.
- 4 ГТФ-азный домен. Трансдукция.
- 5 Ras-белок; мутантные формы, онкогенез.
- 6 Малые G-белки, их разнообразие и функции.
- 7 SRP-частицы эукариотических клеток. Их прокариотические аналоги.
- 8 Строение пептидных гормонов. Взаимодействие гормона роста с рецептором.
- 9 Фермент-ассоциированные рецепторы, тирозин-киназные рецепторы.
- 10 Киназные домены: SH2 и SH3 модули - структура и функция.
- 11 Структура Src-тирозин киназы.
- 12 Инсулиновый рецептор и механизм передачи сигнала: инсулин/ IGF-сигнальный путь.
- 13 Интегрины - доменная организация, взаимодействие с фибронектином и компонентами внеклеточного матрикса, каскадная передача сигнала.
- 14 Биологические функции интегральных мембранных белков, их структурное разнообразие. Особенности выделения и исследования пространственной структуры. Принципы закрепления белков на мембране.
- 15 Трансмембранные домены рецепторов гормонов.
- 16 Бактериородопсин, его строение и функционирование.
- 17 Родопсин - пространственная структура и зрительный каскад.
- 18 Порины и родственные им по структуре белки внешней мембраны бактерий.
- 19 Особенности строения поринов, важные для их транспортной функции.
- 20 Поглощение углеводов, фосфатов, ионов железа.
- 21 Сидерофоры.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Регуляция биосинтеза и функционирования поринов. Порины как рецепторы связывания колицинов и бактериофагов. Omp- белки.
- 2 Структура и механизм действия колицинов.
- 3 Аквапорины. Основные типы ионных каналов.
- 4 Никотиновые ацетилхолиновые рецепторы и другие лиганд-управляемые каналы. Структура и механизм действия.
- 5 Водорастворимые белки, модулирующие лиганд-связывающие домены рецепторов.
- 6 Калиевые каналы, строение, механизм обеспечения селективности.
- 7 Нейротоксические белки (и пептиды) из ядов животных (змей, пауков, скорпионов, ядовитых морских моллюсков и др.) в исследованиях рецепторов и ионных каналов.
- 8 Структура актина, его сходство с гексокиназами и белками теплового шока. Структура актинового филамента. АТФазная активность актина и его вероятные конформационные перестройки при полимеризации филамента. Полярность и динамика актиновых филаментов. Профилин, его взаимодействие с актином. Гельзолин, его взаимодействие с актином.
- 9 Структура тубулина, его сходство с малыми ГТФазами. Разнообразие семейства тубулинов. Структура микротрубочки. Участок связывания таксола в тубулине. ГТФазная активность тубулина и его вероятные конформационные перестройки при полимеризации микротрубочки. Полярность и динамика микротрубочек
- 10 Строение белков семейства миозинов. Структура АТФазного домена миозина, его сходство с малыми ГТФазами. Участки связывания АТФ и актина в молекуле миозина. Механохимический цикл миозина, роль в нем актина. «Шагание» димерных миозинов вдоль актинового филамента.
- 11 Строение белков семейства кинезинов. Структура АТФазного домена кинезина, его сходство с миозином. Механохимический цикл кинезина, роль в нем тубулина микротрубочек. «Шагание» кинезинов по микротрубочке.
- 12 Строение белков семейства динеинов. Структура АТФазного домена динеина, его метамерность. Вероятный механохимический цикл динеина.

Тема 6. Основы биохимии и молекулярной генетики (ПК-2)

Лекция.

Физико-химические особенности структуры нуклеиновых кислот. Кольцевые молекулы двойных спиралей ДНК, понятие о суперспирализации, ее биологическая роль в клетках микроорганизмов. Физико-химические особенности структуры и функционирования белков и ферментов. Механизмы ферментативного катализа и кинетика ферментативных реакций. Основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляция. Механизмы репликации и контроль копияности плазмид. Механизмы общей и сайт-специфической рекомбинации. Транскрипция и ее регуляция на различных уровнях. Синтез белка – генетический код, механизм трансляции и ее регуляция. Стабильность РНК и белка в клетках бактерий. Методы генетического обмена. Генетическая трансформация, природная и индуцированная. Слияние протопластов. Конъюгация у бактерий. Лизогения и трансдукция, общая и специфическая.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "Белок-нуклеиновое узнавание, регуляторные белки".

Принципы белок-нуклеинового узнавания. Классификация взаимодействий. Взаимодействия регуляторных белков с сайтами ДНК в В-форме – общие принципы; альтернативные модели кинетики поиска белком специфических сайтов связывания с ДНК. Рассмотрение ДНК узнающих доменов в регуляторных белках на примере Н-Т-Н или Н-Л-Н элементов, Homeodomain-, Leu-zipper- TALEN-содержащих регуляторных белков, белков, содержащих b-структуры в «узнающем» домене и др. Специфические взаимодействия на примере РНК полимеразы E.coli-сигма(70) – промотор, репрессоры lambdaCI и Cro – операторы, CAP-белок – CAP-сайт ДНК.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Стабильность РНК и белка в клетках бактерий.
- 2 Методы генетического обмена.
- 3 Генетическая трансформация, природная и индуцированная.
- 4 Слияние протопластов.
- 5 Конъюгация у бактерий.
- 6 Лизогения и трансдукция, общая и специфическая.

Тема 7. Метаболизм и регуляция (ПК-2)

Лекция.

Метаболизм как источник соединений с высоким рыночным потенциалом. Метаболическая сеть. Общие представления о микробном метаболизме. Понятие катаболизма и анаболизма, общие метаболические предшественники, передача энергии в клетках. Пути гликолиза, цикл трикарбоновых кислот и окислительное фосфорилирование. Центральный метаболизм *Escherichia coli* при росте на глюкозе и других сахарах. Би-компонентные системы передачи сигналов на примере регуляции потребления азота, фосфора клетками *E.coli*. Бактериальный фотосинтез. Использование микроорганизмами одноуглеродных соединений в качестве источника углерода, метилотрофы, метанотрофы. Специфические особенности молекулярной биологии дрожжей и мицелиальных грибов как представителей эукариот в микробиологической биотехнологии. Механизмы регуляции метаболизма.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "Регуляция метаболизма".

Сходства и различия метаболизма различных организмов, принципиальные возможности метаболических прививок. Интенсификация биосинтеза целевых продуктов методом микробиологического синтеза. Микробиологический синтез и микробиологическая трансформация в получении фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Центральный метаболизм *Escherichia coli* при росте на глюкозе и других сахарах.
- 2 Би-компонентные системы передачи сигналов на примере регуляции потребления азота, фосфора клетками *E.coli*.
- 3 Бактериальный фотосинтез.
- 4 Использование микроорганизмами одноуглеродных соединений в качестве источника углерода, метилотрофы, метанотрофы.
- 5 Специфические особенности молекулярной биологии дрожжей и мицелиальных грибов как представителей эукариот в микробиологической биотехнологии.
- 6 Механизмы регуляции метаболизма.

Тема 8. Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика. (ПК-2)

Лекция.

Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот. Методы секвенирования первого, второго, третьего поколений. Методы обработки данных секвенирования. Картирование ридов. Поиск мутаций. Анализ дифференциальной экспрессии генов. Биологические базы данных. Поиск в биологических базах данных. Выравнивание последовательностей. Методы поиска гомологов. Методы метагеномики. Установление видового состава микробного сообщества. Сборка геномов и метагеномов.

Лабораторные работы.

Тема: "Методы анализа геномов".

Работа с последовательностями в форматах FASTA и GenBank. Поиск последовательностей в базах данных алгоритмами BLAST, PSI-BLAST. Построение множественных выравниваний. Филогенетический анализ последовательностей. Анализ данных секвенирования нового поколения, чтение и анализ FASTQ файлов. Картирование ридов.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Методы обработки данных секвенирования.
- 2 Картирование ридов.
- 3 Поиск мутаций.
- 4 Анализ дифференциальной экспрессии генов.
- 5 Биологические базы данных.
- 6 Поиск в биологических базах данных.
- 7 Выравнивание последовательностей.
- 8 Методы поиска гомологов.
- 9 Методы метагеномики.
- 10 Установление видового состава микробного сообщества.
- 11 Сборка геномов и метагеномов.

Тема 9. Редактирование геномов. Синтез генов. (ПК-2)

Лекция.

Методы генетической модификации микроорганизмов, мутагенез и селекция, геновая инженерия, методы направленной модификации – метод обмена аллелей, рекомбинирование λ -red, CRISPR-Cas системы редактирования. Разнообразие систем CRISPR-Cas. Инженерные белки для редактирования геномов. Цинковые пальцы, TALEN, мегануклеазы. Механизмы репарации ДНК. Офф-таргетные эффекты.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "Библиотеки промоторов, терминаторов и сайтов связывания с рибосомами". Регулируемая экспрессия генов микроорганизмов. Библиотеки промоторов, терминаторов и сайтов связывания с рибосомами.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 CRISPR-Cas системы редактирования.
- 2 Разнообразие систем CRISPR-Cas.
- 3 Инженерные белки для редактирования геномов.
- 4 Цинковые пальцы, TALEN, мегануклеазы.
- 5 Механизмы репарации ДНК.
- 6 Офф-таргетные эффекты.

Тема 10. Метаболическая инженерия. (ПК-2)

Лекция.

Метаболическая инженерия – рождение и эволюция термина, современное определение; фундаментальная основа, но ярко выраженная прикладная направленность на индустриализацию получаемых практически значимых результатов. Стадии развития метаболической инженерии, их сущность, методологическая основа и принципиальные различия. Развитие и современное состояние методов «редактирования» геномов микроорганизмов. Представление о структуре и составных частях современной системной метаболической инженерии. Задачи системной биологии и методы получения экспериментальных данных. Достижения синтетической биологии и ее вклад в успехи системной метаболической инженерии. Сходство и принципиальное различие традиционных рандомизированного мутагенеза с последующей генетической селекцией и современной адаптивной лабораторной эволюцией. Результаты наиболее научно-практически значимых исследований в области метаболической инженерии.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "Метаболическая инженерия".

Стадии прецизионно-ориентированных модификаций геномов микроорганизмов-продуцентов – от использования рекомбинантных плазмид до редактирования целевого участка бактериальных хромосом методами рекомбинирования.

Лабораторная работа "Метаболическая инженерия".

Конкретные примеры успешных исследований системной метаболической инженерии, базирующихся на экспериментальных результатах системной и/или синтетической биологии. Разработка стратегии современного конструирования штамма-продуцента. Метаболическая инженерия как новый подход в фармацевтическом производстве.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Сходство и принципиальное различие традиционных рандомизированного мутагенеза с последующей генетической селекцией и современной адаптивной лабораторной эволюцией.
- 2 Результаты наиболее научно-практически значимых исследований в области метаболической инженерии.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

3 семестр

- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
---------	------------------------------------	---------------------------------	--------------------	--------------------------------------

1.	ДНК, ее строение и репликация.	Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.
2.	Хроматин. Регуляция активности генов.	Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.

3.	РНК, ее структура и функции.	Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.
4.	Биосинтез белка.	Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.

5.	Структура и функции белков.	Контрольная работа(контрольный срез)	10	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.
		Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.

6.	Основы биохимии и молекулярной генетики	Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.
7.	Метаболизм и регуляция	Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.

8.	Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика.	Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.
9.	Редактирование геномов. Синтез генов.	Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.

10.	Метаболическая инженерия.	Лабораторная работа	5	«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта. «4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные. «1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме. Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. «0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.
11.	Премияльные баллы		20	Дополнительные премияльные баллы могут быть начислены за активную работу на семинарских занятиях.
12.	Ответ на экзамене		30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
13.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		60	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
14.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа

Тема 5. Структура и функции белков.

1. Какова роль биохимии, цитологии и генетики в становлении молекулярной биологии? Перечислите основные теоретические и практические задачи современной молекулярной биологии.
2. Что вы знаете об истории изучения структуры и функции нуклеиновых кислот? Какова роль отечественных ученых в изучении структуры нуклеиновых кислот и молекулярной организации вирусов и фагов?
3. Почему работы Дж. Уотсона и Ф. Крика расцениваются как революционные в современной биологии? В чем суть этих работ?
4. Кем была открыта обратная транскрипция и как этот процесс соотносится с основным постулатом (догмой) молекулярной генетики?
5. Какова роль Л. Полинга, М. Ниренберга, С. Очоа, Х.-Г. Кораны, Ф. Сангера, В. Энгельгардта, А. Спирина, Г. Георгиева, П. Берга, А. Баева, Ю. Овчинникова в развитии молекулярной биологии.

Типовые ситуационные задачи:

В синтезе белковой молекулы приняли участие 128 молекул т-РНК. Определите число нуклеотидов в и-РНК, гене ДНК и количество аминокислот в синтезированной молекуле белка.

Фрагмент цепи и-РНК имеет следующую последовательность: ГГГУГГУАУЦЦААЦУГУ.

Определите, последовательность нуклеотидов на ДНК, антикодоны т-РНК, и последовательность аминокислот соответствующая фрагменту гена ДНК.

Фрагмент цепи и-РНК имеет следующую последовательность: ГУУГААЦЦГУАУГЦУ. Определите, последовательность нуклеотидов на ДНК, антикодоны т-РНК, и последовательность аминокислот соответствующая фрагменту гена ДНК

Лабораторная работа

Тема 1. ДНК, ее строение и репликация.

Лабораторная работа "ДНК, ее строение и репликация".

Тема 2. Хроматин. Регуляция активности генов.

Лабораторная работа "Хроматин. Регуляция активности генов".

Тема 3. РНК, ее структура и функции.

Лабораторная работа "РНК, ее структура и функции".

Тема 4. Биосинтез белка.

Лабораторная работа "Биосинтез белка".

Тема 5. Структура и функции белков.

Лабораторная работа "Структура и функции белков".

Тема 6. Основы биохимии и молекулярной генетики

Лабораторная работа "Белок-нуклеиновое узнавание, регуляторные белки".

Тема 7. Метаболизм и регуляция

Лабораторная работа "Регуляция метаболизма".

Тема 8. Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика.

Тема: "Методы анализа геномов".

Тема 9. Редактирование геномов. Синтез генов.

Лабораторная работа "Библиотеки промоторов, терминаторов и сайтов связывания с рибосомами".

Тема 10. Метаболическая инженерия.

Лабораторная работа "Метаболическая инженерия".

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ПК-2)

Вопросы к 1 разделу.

1. Перечислите основные физические методы, используемые в молекулярной биологии. Какие параметры структуры биополимеров и органелл клетки изучаются данными методами?
2. Как используется в молекулярной биологии культура клеток, гибридные клетки и бесклеточные системы?
3. Перечислите основные методы технологии получения рекомбинантных ДНК. Кем были разработаны принципы молекулярного клонирования?
4. На чем основан метод гибридизации нуклеиновых кислот? Что представляет собой ДНК-зонды?
5. Что представляет собой цепная полимеразная реакция и каковы возможности ее практического использования?
6. Какие механизмы обеспечивают точность трансляции?
7. Как синтезированные белки доставляются по назначению?
8. Как осуществляется транспорт белка через мембрану?

Вопросы к 2 разделу.

Вопросы по теме «Молекулярная генетика»

1. Основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляция.
2. Механизмы общей и сайт-специфической рекомбинации.
3. Транскрипция и ее регуляция на различных уровнях.
4. Методы генетического обмена.
5. Генетическая трансформация, природная и индуцированная.
6. Общие представления о микробном метаболизме. Понятие катаболизма и анаболизма, общие метаболические предшественники, передача энергии в клетках.
7. Центральный метаболизм E.coli при росте на глюкозе и других сахарах.

Вопросы по теме «Методы анализа геномов. Биоинформатика. Метагеномика»

1. Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот.
2. Методы секвенирования первого, второго, третьего поколений.

3. Методы обработки данных секвенирования. Картирование ридов. Поиск мутаций.
4. Анализ дифференциальной экспрессии генов.
5. Биологические базы данных. Поиск в биологических базах данных.
6. Методы метагеномики. Установление видового состава микробного сообщества.

Вопросы по теме «Метаболическая инженерия»

1. Метаболическая инженерия – определение; фундаментальная направленность исследований и их практическая значимость. Этапы развития, методологическая основа и принципиальные различия.
2. Примеры выдающихся успехов современной метаболической инженерии (создание продуцентов аминокислот, известные мономеры для синтеза полимеров (1,3-пропандиол), антибиотиков (7-ADCA), искусственные мономеры для синтеза полимеров (1,4-бутандиол), артемизинин, биотопливо (изо-бутанол)).
3. Современные методы редактирования геномов микроорганизмов. От плазмидных модификаций до рандомизации целевых последовательностей в хромосоме на основе рекомбинирования с селекцией (устойчивость к антибиотикам) и контра-селекцией (SacB, I-SceI, CRISPR/Cas).
4. Краткая характеристика компонентов современного этапа исследований системной метаболической инженерии.
5. Постгеномные X-омные технологии как экспериментальная основа системной биологии и системной метаболической инженерии.
6. Роль построения различных метаболических моделей организмов в современной биоинженерии и синтетической биологии.
7. Флюксомика и ^{13}C -анализ метаболических потоков.

Типовые задания для экзамена (ПК-2)

Задача 1. Фрагмент цепи и-РНК имеет следующую последовательность: ГГГУГГУАУЦЦААЦУГУ. Определите, последовательность нуклеотидов на ДНК, антикодоны т-РНК, и последовательность аминокислот соответствующая фрагменту гена ДНК.

Задача 2. Фрагмент цепи и-РНК имеет следующую последовательность: ГУУГААЦЦГУАУГЦУ. Определите, последовательность нуклеотидов на ДНК, антикодоны т-РНК, и последовательность аминокислот соответствующая фрагменту гена ДНК

Задача 3. Для последовательности белка SpCas9 (идентификатор в базе данных GenBank Q99ZW2.1) найдите путем поиска в базах данных ряд белков гомологов с идентичностью последовательности не менее 70%. Постройте множественное выравнивание. Путем поиска и анализа научной литературы определите фрагмент/домен белка, отвечающий за связывание РАМ-последовательности ДНК CRISPR-Cas комплексом. Используя множественное выравнивание, проанализируйте вариативность этого домена у разных видов бактерий.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-2	Имеет высокий уровень знаний в области молекулярной биологии. Выделяет и прослеживает междисциплинарные связи. Может применить полученные знания в своей профессиональной деятельности. Использует современное оборудование и аппаратуру.
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-2	Имеет современное представление об основах молекулярной биологии. Выделяет и прослеживает междисциплинарные связи. Может применить полученные знания в своей профессиональной деятельности. Использует современное оборудование и аппаратуру.

«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-2	Имеет современное представление об основах молекулярной биологии. Выделяет и прослеживает междисциплинарные связи.
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-2	Демонстрирует слабый уровень знаний об основах молекулярной биологии. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);

- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Коничев А. С., Цветков И. Л., Попов А. П., Шамшина Т. Н., Комаров А. Б. Молекулярная биология. Практикум : Учебное пособие для вузов. - 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 169 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/448124>
2. Жукова А. Г., Кизиченко Н. В., Горохова Л. Г. Молекулярная биология: учебник с упражнениями и задачами : учебник. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2018. - 269 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606>

6.2 Дополнительная литература:

1. Субботина, Т. Н., Николаева, П. А., Харсекина, А. Е. Молекулярная биология и генная инженерия : практикум. - Весь срок охраны авторского права; Молекулярная биология и генная инженерия. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018. - 60 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/84253.html>
2. Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. Основы молекулярной биологии клетки. - 2-е изд., испр.. - Москва: Лаборатория знаний, [201. - 768 с. : ил., цв. ил., табл.
3. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину : монография. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 922 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932085066.html>

6.3 Иные источники:

1. Биомолекула - <https://biomolecula.ru/>
2. Классическая и молекулярная биология - <http://molbiol.ru/>
3. PubMed - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Операционная система Microsoft Windows 10

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
3. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
4. Архив научных журналов зарубежных издательств. – URL: <https://arch.neicon.ru>
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
7. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
9. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>

10. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
11. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
12. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
13. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/>
14. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.