

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал ННГУ - Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Молекулярная биология и биотехнология

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность образовательной программы

Биология и химия

Форма обучения

очная

г. Арзамас

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01.04 Молекулярная биология и биотехнология относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1: Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, специфику системного подхода для решения поставленных задач ИУК-1.2: Умеет приобретать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов; осуществлять поиск информации по научным проблемам, относящимся к профессиональной области ИУК-1.3: Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками, адекватного использования информации, полученной из медиа и других источников для решения поставленных задач	ИУК-1.1: Знать - принципы сбора, отбора и обобщения информации по молекулярной биологии и биотехнологии; - специфику системного подхода для решения поставленных задач в этой области знаний ИУК-1.2: Уметь - приобретать новые знания по молекулярной биологии и биотехнологии на основе анализа, синтеза и других методов; - осуществлять поиск информации по научным проблемам, относящимся к профессиональной области ИУК-1.3: Владеть - навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками, - приёмами адекватного использования информации, полученной из медиа и других источников для решения поставленных задач в области молекулярной биологии и биотехнологии	Доклад-презентация Задачи Контрольная работа Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

ПКР-4: Способен осваивать и анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях явлений и процессов в предметной области	ИПКР-4.1: Знает содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области, а также роль учебного предмета/ образовательной области в формировании научной картины мира; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения профессиональных задач ИПКР-4.2: Умеет анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов в предметной области знаний ИПКР-4.3: Владеет различными методами анализа основных категорий предметной области знаний	ИПКР-4.1: Знать - молекулярные основы хранения, реализации генетической информации; - закономерности молекулярных основ наследственности и изменчивости; - основные принципы и методы генетического анализа микроорганизмов, растений, животных и человека; - принципы и способы создания и совершенствования объектов биотехнологии методами клеточной и генетической инженерии, а также роль молекулярной биологии и биотехнологии в формировании научной картины мира и в решении профессиональных задач ИПКР-4.2: Уметь - анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях молекулярных явлений и процессов в клетке ИПКР-4.3: Владеть - различными методами анализа основных категорий предметной области знаний дисциплины молекулярная биология и биотехнология	Доклад-презентация Задачи Контрольная работа Тест	Экзамен: Контрольные вопросы
ПКР-8: Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач и организации проектной	ИПКР-8.1: Знает методологию, теоретические основы и технологии научно-исследовательской и проектной деятельности в предметной области (в соответствии с профилем и	ИПКР-8.1: Знать - методологию, теоретические основы и технологии научно-исследовательской и проектной деятельности в предметной области	Доклад-презентация Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

деятельности обучающихся/воспитанников в предметной области (в соответствии с профилем и (или) сферой профессиональной деятельности)	(или) сферой профессиональной деятельности) ИПКР-8.2: Умеет осуществлять руководство проектной, исследовательской деятельностью обучающихся / воспитанников; организовывать конференции, выставки, конкурсы и иные мероприятия в соответствующей предметной области и осуществлять подготовку обучающихся / воспитанников к участию в них ИПКР-8.3: Владеет навыками реализации проектов различных типов	молекулярной биологии и биотехнологии ИПКР-8.2: Уметь - осуществлять руководство проектной, исследовательской деятельностью обучающихся; - организовывать конференции, открытые и иные мероприятия в соответствующей предметной области молекулярной биологии и биотехнологии и осуществлять подготовку обучающихся к участию в них ИПКР-8.3: Владеть - навыками реализации проектов различных типов по молекулярной биологии и биотехнологии		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	12
Часов по учебному плану	432
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	46
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	92
- КСР	4
самостоятельная работа	200
Промежуточная аттестация	90
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	в том числе
--	-------	-------------

	(часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
9 семестр Молекулярная биология Тема 1. Введение в молекулярную биологию. Геном вирусов	18	2	4	6	12
Тема 2. Геном прокариот	22	2	6	8	14
Тема 3. Геном эукариот	22	2	6	8	14
Тема 4. ДНК	24	4	6	10	14
Тема 5. РНК	24	4	6	10	14
Тема 6. Генетическая инженерия	28	4	10	14	14
Тема 7. Молекулярные основы иммунитета	22	4	6	10	12
10 семестр Биотехнология Тема 8. Введение в биотехнологию. Основы промышленной биотехнологии	32	4	8	12	20
Тема 9. Энзиматическая инженерия	32	4	8	12	20
Тема 10. Основы клеточной инженерии	42	6	12	18	24
Тема 11. Экологическая биотехнология	40	6	12	18	22
Тема 12. Нанобиотехнологии	32	4	8	12	20
Аттестация	90				
КСР	4			4	
Итого	432	46	92	142	200

Содержание разделов и тем дисциплины

9 семестр Молекулярная биология

Тема 1. Введение в молекулярную биологию. Геном вирусов

Типы генетического материала и механизм его репликации у разных вирусов. Типы взаимодействия вируса с клеткой-хозяином. Характеристика некоторых вирусов – λ, гриппа, СПИДа, онковирусов. Происхождение вирусов и их роль в эволюции.

Тема 2. Геном прокариот

Структура бактериальной хромосомы и прокариотических генов. Бактериальные плазмиды, IS - элементы и транспозоны бактерий.

Тема 3. Геном эукариот

Отличительные особенности эукариотических геномов. Структура хроматина. Структура эукариотических генов. Неядерные геномы. ДНК митохондрий и хлоропластов. Банки нуклеотидных последовательностей, программа «Геном человека». Подвижные генетические элементы и эволюция геномов.

Тема 4. ДНК

Первичная и макромолекулярная структура ДНК. Полиморфизм ДНК и их сверхспирализация. Репликация различных ДНК и ее регуляция. Репликация прокариотических и эукариотических геномов. Топоизомеразы, праймазы, ДНК-полимеразы, ДНК-лигазы. Теломерные последовательности ДНК. Повреждения и репарация ДНК. Молекулярная основа мутаций. Причины мутаций. Системы защиты ДНК у прокариот. Основные типы репараций – фотореактивация, эксцизионная, пострепликативная,

мисмэтч -, SOS – репарации.

Тема 5. РНК

Концепция «Мир РНК». Строение иРНК, РНК-полимераз прокариот и эукариот. Структура промоторов и терминаторов у прокариот и эукариот. Строение тРНК. Особенности рРНК у прокариот и эукариот. Структура транскриптонов и регуляции транскрипции у про- и эукариот. Взаимоотношение процессов транскрипции, трансляции и деградации иРНК прокариот и эукариот. Конститутивные и индуцибельные ферменты. Концепция оперона Ф. Жакоба и Ж. Моно. Лактозный и триптофановый опероны, механизмы их регуляции. Процессинг РНК. Сплайсинг и его виды. Обратная транскрипция. Трансляция. Основные свойства генетического кода. Синтез полипептидных цепей: инициация, элонгация, терминация у про- и эукариот.

Тема 6. Генетическая инженерия

Основы генетической инженерии: рестрикционный анализ, клонирование, гибридизация, определение нуклеотидных последовательностей ДНК и РНК, химический синтез генов. Генетическая рекомбинация с участием подвижных генетических элементов. Векторы, применяемые в генной инженерии – плазмиды, фаги. Главные достижения в области генной инженерии – получение трансгенных биологически активных веществ - инсулина, соматотропина, соматостатина, интерферона и др., создание трансгенных растений и животных. Проблемы и перспективы генетической инженерии растений.

Тема 7. Молекулярные основы иммунитета

Гуморальный, клеточный иммунитет. Типы лимфоцитов и их роль в формировании разных видов иммунитета. Структура иммуноглобулинов. Генетический контроль иммунитета. Моноклональные антитела.

10 семестр Биотехнология

Тема 8. Введение в биотехнологию. Основы промышленной биотехнологии

Технологические основы биотехнологических производств. Принципиальная технологическая схема производства. Подбор штаммов-продуцентов. Сырье. Производственные питательные среды. Требования, предъявляемые к производственным питательным средам. Стерилизация.

Производственное культивирование м/о. Способы

культивирования. Технологические режимы поверхностного культивирования м/о на твердых питательных средах. Глубинный способ культивирования. Характеристика основных продуцентов микробного происхождения предназначенных для глубинного культивирования. Преимущества выращивания м/о в глубинных условиях с аэрацией. Динамика размножения и потребления питательных веществ. Стадии развития микробной популяции. Производства, основанные на получении микробной массы. Получение пищевого белка. Получение белка путем биологического синтеза. Получение кормового белка. Дрожжи как источник получения кормового белка.

Тема 9. Энзиматическая инженерия

Источники получения ферментов. Ферменты м/о, их локализация в клетке. Важнейшие продуценты ферментов и ферментных препаратов. Технология получения ферментов. Имобилизованные ферменты. Преимущества иммобилизованных ферментов. Методы иммобилизации ферментов.

Тема 10. Основы клеточной инженерии

Основы клеточной инженерии растений. Культура клеток и тканей. Методы и условия культивирования изолированных тканей и клеток растений. Дедифференцировка как основа каллусогенеза. Типы культуры клеток и тканей. Общая характеристика каллусных клеток. Морфогенез в каллусных тканях как проявление тотипотентности растительной клетки. Изолированные протопласты, их получение, культивирование и использование.

Животные *in vivo* и *in vitro*. Гибридизация соматических клеток, Получение химерных организмов.

Использование эмбриональных стволовых клеток. Технология ЭКО. Клеточная терапия при различных заболеваний. Трансгенные животные как модели наследственных заболеваний человека. Использование трансгенных животных в качестве биореакторов. Генный нокаут. Трансгенные животные – источники

органов для пересадки человеку.

Тема 11. Экологическая биотехнология

Загрязнение воды и почвы нефтью. Борьба с загрязнениями окружающей среды с помощью м/о.

Генетические методы создания м/о с новыми ферментативными свойствами. Катаболические плазмиды.

Метод рекомбинантных ДНК. Принципы конструирования штаммов, осуществляющих с высокой скоростью деградацию нефти. Использование методов генной инженерии. Дефицит чистой воды.

Очистка сточных вод. Методы очистки сточных вод: физические, физико-химические, биологические.

Аэробные и анаэробные процессы очистки сточных вод. Непрерывное культивирование бактерий применительно к очистке сточных вод активным илом в аэротенке. Переработка твердых отходов.

Состав и биодеградация твердых отходов. Биочистка газовоздушных выбросов.

Тема 12. Нанобиотехнологии

Представления о нанотехнологиях. Нанотехнологии в медицине и биологии. Основные направления развития нанобиотехнологии. Возможные риски, связанные с использованием нанобиотехнологий.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу, адреса доступа к документам:

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

https://arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции УК-1:

1. Основные направления развития биотехнологии
2. Вирусы как объект биотехнологии
3. Бактерии как объект биотехнологии
4. Водоросли как объект биотехнологии
5. Лишайники как объект биотехнологии
6. Грибы как объект биотехнологии
7. Растения как объект биотехнологии
8. Животные как объект биотехнологии
9. Система интерферона в защите организма от вирусной инфекции
10. Медицинская геномика
11. Генная инженерия – опасения и надежды
12. Геном человека и молекулярная медицина
13. «Геном человека» - грандиозный проект XX века

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

1. ДНК – диагностика наследственных болезней
2. Клонирование: «за» и «против»
3. Бифштексы на грядке
4. Груши на вербе
5. Риски генной инженерии
6. Овечки Долли – пример для подражания?
7. Первый генный инженер – природа
8. Фантастическая зоология
9. Время химер
10. Трансгенные технологии: джин на свободе?
11. Биотехнологический процесс производства сыра
12. Биотехнологический процесс производства вина
13. Биотехнологический процесс производства пива

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПКР-8:

1. Биотехнологический процесс производства сока
2. Хлебопечение
3. Биотехнологический процесс производства моющих средств
4. Аминокислоты: производство и применение
5. Антибиотики: производство и применение
6. Витамины: производство и применение
7. Органические кислоты: производство и применение
8. Алкалоиды: производство и применение
9. Гибереллины: производство и применение
10. Криосохранение и его основы
11. Криобанки

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Раскрытие темы. Обоснованность разделения на слайды. Наличие и обоснованность графического оформления (фотографий, схем, рисунков, диаграмм). Грамотность изложения. Наличие интересной дополнительной информации по теме. Единство дизайна всей презентации. Обоснованность применяемого дизайна. Единство стиля включаемых в презентацию рисунков. Применение собственных (авторских) элементов оформления. Обоснованное использование эффектов мультимедиа: графики, анимации, видео, звука.
не зачтено	Грубо нарушено выполнение критериев оценки "зачтено".

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1:

1. В результате мутации во фрагменте молекулы белка аминокислота фенилаланин (фен) заменилась на лизин (лиз). Определите аминокислотный состав фрагмента молекулы нормального и мутированного белка и фрагмент мутированной иРНК, если в норме иРНК имеет

последовательность: ЦУЦГЦААЦГУУЦААУ. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

2. В биосинтезе фрагмента молекулы белка участвовали последовательно молекулы тРНК с антикодонами АГЦ, ГЦЦ, УЦА, ЦГА, АГА. Определите аминокислотную последовательность синтезируемого фрагмента молекулы белка и нуклеотидную последовательность участка двухцепочечной молекулы ДНК, в которой закодирована информация о первичной структуре фрагмента белка. Объясните последовательность ваших действий. Для решения задачи используйте таблицу генетического кода.
3. В биосинтезе фрагмента молекулы белка участвовали последовательно молекулы тРНК с антикодонами ААГ, ААУ, ГГА, УАА, ЦАА. Определите аминокислотную последовательность синтезируемого фрагмента молекулы белка и нуклеотидную последовательность участка двухцепочечной молекулы ДНК, в которой закодирована информация о первичной структуре фрагмента белка. Объясните последовательность ваших действий. Для решения задачи используйте таблицу генетического кода.
4. Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: ГАЦЦТАЦЦТГЦЦАГ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.
5. Одна из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: АТААГГАТГЦЦТТТТ. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК и соответствующую последовательность аминокислот фрагмента молекулы белка. Объясните, что произойдет со структурой фрагмента молекулы белка, если второй триплет нуклеотидов выпадет из цепи ДНК. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.
6. Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 100 нуклеотидов с тиминем (Т), 150 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц). Какое число нуклеотидов с А, Т, Г и Ц содержится в двухцепочечной молекуле ДНК? Сколько аминокислот должен содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК? Ответ поясните.
7. Участок молекулы ДНК, кодирующей последовательность аминокислот в белке, имеет следующий состав: Г-А-Т-Г-А-А-~~Т-А~~-Г-Т-Г-Ц-Т-Т-Ц. Объясните, к каким последствиям может привести случайное добавление нуклеотида гуанина (Г) между седьмым и восьмым нуклеотидами.
8. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТЦАГГАТГЦАТГАЦЦ. Определите последовательность нуклеотидов иРНК и порядок расположения аминокислот в соответствующем полипептиде. Как изменится аминокислотная последовательность в полипептиде, если второй и четвёртый триплеты ДНК поменять местами? Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.
9. В молекуле ДНК количество нуклеотидов с цитозином составляет 30% от общего числа. Какой процент нуклеотидов с аденином в этой молекуле?
10. Содержание нуклеотидов в цепи и-РНК составляет: цитозина - 20%, аденина - 25%, урацила - 23%, гуанина - 32%. Определите процентный состав нуклеотидов участка молекулы ДНК, являющейся матрицей для этой и-РНК.
11. Как изменяется структура полипептида, если в ДНК: ГТТ-ТТА-ГТА-АТА-ЦГА, произойдет выпадение пятого нуклеотида?
12. Последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК: АТГ-ТТТ-ГЦА-АЦЦ-АГЦ-ТЦА-ГТГ-ГГА-АЦГ. Какая последовательность аминокислот закодирована в данном фрагменте? Как изменится эта последовательность в случае выпадения шестого нуклеотида и в случае выпадения шестого,

- девятого и двенадцатого нуклеотидов одновременно? В каком из этих случаев изменения ДНК в большей степени отразятся на структуре белка? Изменятся ли функции белка, дайте объяснение.
13. Участок молекулы ДНК имеет следующий состав: Г-А-Т-Г-А-А-**Т**-А-Г-Т-Г-Ц-Т-Т-Ц. Перечислите не менее 3-х последствий, к которым может привести случайная замена седьмого нуклеотида тимина на цитозин (Ц)

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

1. Определите процентное содержание аргининовой кислоты в полипептиде, искусственно синтезированном на полирибонуклеотиде, полученном из смеси А, Г, У, Ц в относительных концентрациях 2:3:1:2 в неклоточной системе. Какова доля в этом полипептиде аргинина?
2. Из смеси рибонуклеотидов А и Г в относительных концентрациях 2:1 синтезирован полирибонуклеотид. Определите количественное соотношение аминокислот в полипептиде, синтезированном на этом полирибонуклеотиде в неклоточной системе.
3. Содержание нуклеотидов в цепи и-РНК составляет: цитозина - 20%, аденина - 25%, урацила - 23%, гуанина - 32%. Определите процентный состав нуклеотидов участка молекулы ДНК, являющейся матрицей для этой и-РНК.
4. Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах ядра соматической клетки человека составляет $6 \cdot 10^{-9}$ мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в интерфазе, конце телофазы мейоза I и телофазы мейоза II.
5. В биосинтезе полипептида участвовали тРНК с антикодонами: УУА, ГГЦ, ЦГЦ, АУУ, ЦГУ. Определите нуклеотидную последовательность участка каждой цепи молекулы ДНК, который несёт информацию о синтезируемом полипептиде, и число нуклеотидов, содержащих аденин, гуанин, тимин и цитозин и количество водородных связей в двуцепочечной молекуле ДНК.
6. В восьмом звене цепи А инсулина у кролика включен аланин, у свиньи - треонин, в девятом звене, соответственно, глицин и серин. Обоснуйте предположение относительно мутаций, приведших к появлению различий в строении инсулинов кролика и свиньи.
7. Белок имеет следующую последовательность аминокислот: гистидин-тирозин-серин-триптофан-треонин-изолейцин-аланин-лейцин-валин-серин. Как изменится эта последовательность, если в структуре гена произошли следующие изменения: между вторым и третьим нуклеотидом встал тимин, выпал четырнадцатый нуклеотид и произошла замена восемнадцатого азотистого основания на азотистое основание того же типа?
8. Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на котором синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: АТАГЦТГААЦГГАЦТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК.
9. Последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК: АТГ-ТТТ-ГЦА-АЦЦ-АГЦ-ТЦА-ГТГ-ГГА-АЦГ. Какая последовательность аминокислот закодирована в данном фрагменте? Как изменится эта последовательность в случае выпадения шестого нуклеотида и в случае выпадения шестого, девятого и двенадцатого нуклеотидов одновременно? В каком из этих случаев изменения ДНК в большей степени отразятся на структуре белка? Изменятся ли функции белка, дайте объяснение.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выставляется студенту за работу, выполненную без ошибок и недочетов
хорошо	выставляется студенту за работу, выполненную полностью, но при наличии в

Оценка	Критерии оценивания
	ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более трех недочетов
удовлетворительно	выставляется студенту, если он правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил одну грубую ошибку и два недочета, или при наличии 4-5 недочетов
неудовлетворительно	выставляется студенту, если число ошибок и недочетов в его работе превысило норму (более 2-х ошибок или более 5 недочётов)

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Вариант 1

1. Репликация ДНК у эукариот.
2. Для каких целей используют метод ПЦР?
3. Последовательность нуклеотидов в иРНК: 5'ААУУАЦГУЦААУУАЦЗ'. Какой полипептид синтезируется на этой матрице?
4. Определите количество водородных связей во фрагменте ДНК -ГТЦАТГГАТАГТЦЦТАТ.
5. Размножение вирусов. Лизогенный путь.
6. Химический метод секвенирования.
7. Физический метод иммобилизации ферментов.
8. Физиологическая асинхронность
9. Биотехнологический метод получения лизина.
10. Какие вопросы рассматривает международная Конвенция о биологическом разнообразии.

5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

Вариант 1

1. В состав белковой молекулы входит 204 аминокислоты. Определите количество нуклеотидов в и-РНК и гене ДНК, а также количества молекул т-РНК принявших участие в синтезе данного белка.
2. Если количество тимина в ДНК равно 700, а количество цитозина 1300, то сколько молекул дезоксирибозы, фосфорной кислоты, аденина и гуанина будет в молекуле ДНК?
3. Биотехнологический способ получения триптофана.
4. Основные этапы промышленного биотехнологического процесса.
5. Аэротенк: устройство и применение.
6. Характеристика λ-фага.
7. Тгр-оперон. Негативная регуляция.
8. В ходе каких процессов новый генетический материал может попадать в бактериальную клетку?
9. Задачи экологической биотехнологии.
10. Основы генодиагностики

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выполненные контрольные задания содержательно полностью соответствуют поставленным вопросам. Приведенная информация проанализирована, переработана, рассмотрены и приведены различные точки зрения специалистов по данным вопросам.
хорошо	выполненные контрольные задания содержательно соответствуют поставленным вопросам. Приведенная в них информация верная, но она студентом заимствована из источника без проведения анализа содержания.
удовлетворительно	выполненные контрольные задания в целом содержательно соответствуют поставленным вопросам. Приведенная в них информация представлена с ошибками.
неудовлетворительно	выполненные контрольные задания содержательно не соответствуют поставленным вопросам. Приведенная в них информация представлена с ошибками.

5.1.8 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-1:

1. В процессе транскрипции участвует:

- А) только одна из двух цепей материнской молекулы ДНК – смысловая;
- Б) только одна из двух цепей материнской молекулы ДНК – антисмысловая;
- В) любая из двух цепей материнской молекулы ДНК.
- Г) Одновременно две цепи материнской молекулы ДНК

2. Участок ДНК, с которым связывается РНК-полимераза, называется:

- А) промотор;
- Б) терминатор;
- В) транскриптон;
- Г) интрон

3. В закрытом комплексе РНК-полимеразы и материнской цепи ДНК:

- А) цепь ДНК расплетена;
- Б) цепь ДНК не расплетена;
- В) цепь ДНК разрушена.

Г) цепь РНК разрушена

4. Кодон инициации – участок цепи, определяющий:

А) конец синтеза мРНК;

Б) начало транскрипции РНК;

В) последовательность нуклеотидов в РНК.

Г) начальный участок перекрывания кода ДНК

5. Терминация осуществляется в результате:

А) замедления движения РНК-полимеразы;

Б) ускорения движения РНК-полимеразы;

В) сплетения цепей материнской молекулы ДНК.

Г) расхождения цепей материнской молекулы ДНК

6. В результате транскрипции образуется:

А) только матричная РНК;

Б) только транспортная РНК;

В) все типы РНК клетки.

Г) экзоны

7. Синтез белка обозначают термином:

А) репликация;

Б) транскрипция;

В) трансляция;

Г) редубликация

8. Основной фермент трансляции:

А) ДНК-полимераза;

Б) аминоацил-тРНК-синтетаза;

В) лигаза.

Г) оксидаза

9. При активации аминокислота:

А) присоединяется к тРНК;

Б) фосфорилируется;

В) верны оба варианта ответа

Г) не верен ни один ответ из трех предыдущих

10. Рибосомы в процессе трансляции соединяются в структуру, называемую:

А) шероховатая ЭПС;

Б) полисома;

В) полимер;

Г) информосома.

11. Состав биогаза:

а) 65% CO₂, 30% CH₄, 1% H₂S и примеси;

б) 65% CH₄, 30% H₂S, 1% CO₂ и примеси;

в) 65% NH₃, 30% CO₂, 1% H₂S и примеси;

г) 65% CH₄, 30% CO₂, 1% H₂S и примеси.

12. На первой стадии биометаногенеза гидролиз осуществляют:

а) аммонифицирующие;

б) экстрацеллюлярные ферменты;

в) интрацеллюлярные ферменты;

г) метанобразующие.

13. Анаэробные процессы:

а) протекают в бескислородных условиях;

б) протекают в присутствии кислорода воздуха;

в) кислород не участвует в данных процессах;

г) протекают и в бескислородных условиях и в присутствии кислорода.

14. К типам загрязнения воды относят:

а) биологическое;

- б) тепловое;
- в) механическое;
- г) радиоактивное;
- д) все вышеперечисленные.

15. К физико-химическим методам очистки сточных вод относят:

- а) отстаивание и фильтрация;
- б) ионообменная хроматография, сорбция и электролиз;
- в) фильтрация через биофильтры и аэротенки;
- г) добавление комплексообразователей.

16. К биологическим методам очистки сточных вод относят:

- а) отстаивание и фильтрация;
- б) ионообменная хроматография, сорбция и электролиз;
- в) фильтрация через биофильтры и аэротенки;
- г) добавление комплексообразователей.

17. В состав активного ила входят:

- а) бактерии;
- б) дрожжевые клетки;
- в) микроскопические животные;
- г) бактериофаги.

18. Накопление биомассы в биотехнологическом производстве осуществляется в:

- а) инокуляторах;
- б) ферментерах;
- в) культиваторах;
- г) перколяторах.

19. Стерилизация биореактора осуществляется:

- а) дезифицирующими растворами;

- б) ультрафиолетовым облучением;
- в) влажным паром под давлением;
- г) сухим воздухом под давлением;
- д) стерильным раствором питательной среды.

20. Для выделения клеток из культуральной среды используют:

- а) флотацию;
- б) гомогенизацию под давлением;
- в) седиментацию;
- г) центрифугирование;
- д) сепарацию.

5.1.9 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

1. Отдельные нуклеотиды в молекуле нуклеиновых кислот связаны:

- А) О-гликозидной связью
- Б) 3,5 –фосфодиэфирной связью
- В) N – гликозидной связью
- Г) α –1,4 –гликозидной связью
- Д) β –1,4 –гликозидной связью

2. На один виток двойной спирали ДНК, находящейся в В-форме, приходится следующее число пар оснований:

А. 5; Б. 10; В. 15; Г. 20; Д. 100.

3. Минорными нуклеозидами являются:

- А. Риботимидин;
- Б. Аденозин;
- В. Цитидин;
- Г. Инозин;
- Д. Гуанозин.

4. Если одна цепь ДНК содержит фрагмент Г-Ц-Ц-А-А-Т-Г-Ц-А-Ц, то вторая цепь:

А) А-А-Ц-А-Т-Т-Г-Г-Т-Г

Б) Ц-Т-Г-Т-А-А-Т-А-Т-Г

В) Ц-Ц-А-А-Т-Г-А-Т-Г-Т

Г) Т-Ц-Г-Г-Т-Г-Т-Ц-Т-Т

Д) Ц-Г-Г-Т-Т-А-Ц-Г-Т-Г

5. Если содержание остатков тимина (от общего числа остатков) ДНК составляет 20%, то содержание гуанина составит:

А) 40%

Б) 35%

В) 25%

Г) 30%

Д) 15%

6. Выберите все, что характерно для РНК (1) и для ДНК (2).

А) молекулярная масса млн дальтон и выше,

Б) одноцепочечная

В) двуцепочечная

Г) небольшая молекулярная масса

Д) содержит урацил

Е) содержит тимин

Ж) содержит рибозу

З) содержит дезоксирибозу

7. Структурная единица нуклеиновой кислоты является:

А) мононуклеотид

Б) аминокислота

В) нуклеозид

Г) пуриновое или пиримидиновое основание

Д) углевод

8. Значение ДНК заключается в том, что она:

- А) участвует в синтезе белка на рибосоме
- Б) является носителем генетической информации
- В) участвует в переносе информации в цитоплазму
- Г) регулирует трансляцию
- Д) все утверждения верны

9. Для ДНК характерно все, кроме:

- А) количество А и Т одинаково
- Б) количество Г и Ц одинаково
- В) одна полинуклеотидная цепь комплементарна другой
- Г) нуклеотидная последовательность одной цепи идентична нуклеотидной последовательности другой
- Д) полинуклеотидные цепи антипараллельны

10. В процессе репликации участвуют все ферменты, кроме:

- А) ДНК-полимеразы
- Б) РНК-праймазы
- В) ДНК-лигазы
- Г) ДНКазы
- Д) топоизомеразы

11. Специфичность генетического кода состоит в:

- А) кодировании аминокислот более чем двумя различными триплетами;
- Б) кодировании каждым триплетом только одной аминокислоты;
- В) наличии единого кода для всех живущих на земле существ.
- Г) различии кода между эукариотами и прокариотами

12. Вырожденность генетического кода – это:

- А) кодирование одним триплетом только одной аминокислоты;
- Б) кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот;
- В) кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами.

Г) коирование аминокислоты иницирующим или терминирующим триплетом

13. Универсальность генетического кода – это:

А) наличие единого кода для всех существ на Земле;

Б) кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот;

В) кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами.

Г) универсальность химической структуры ДНК для всех существ на Земле

14. Число возможных триплетов:

А) 64;

Б) 28;

В) 72,

Г) 128

15. Информация о строении белка передается в цитоплазму:

А) матричной РНК;

Б) транспортной РНК;

В) рибосомной РНК.

Г) интерферирующей РНК

16. С рибосомой взаимодействует петля транспортной РНК:

А) Дигидроуридиловая

Б) Псевдоуридиловая

В) Дополнительная

Г) Вспомогательная

17. Процессинг – это:

А) Синтез РНК;

Б) Созревание РНК;

В) Созревание ДНК.

Г) Элонгация в процессе трансляции

18. Транскрипция – это:

- А) Процесс самокопирования ДНК с образованием двух идентичных дочерних молекул;
- Б) Процесс переписывания информации, содержащейся в РНК, в форме ДНК.
- В) Процесс переписывания информации, содержащейся в ДНК, в форме РНК.
- Г) Процессинг мРНК

19. Основной фермент транскрипции:

- А) ДНК-полимераза;
- Б) РНК-полимераза;
- В) рестриктаза.
- Г) лигаза

20. Сходство процессов репликации и транскрипции заключается в том, что:

- А) синтез дочерних молекул осуществляется в направлении 5' - 3';
- Б) движущая сила – гидролиз пирофосфата;
- В) верны первые два варианта ответа.
- Г) не верен ни один вариант ответа

5.1.10 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-8:

1. Промотор это:

- А) специфическая последовательность ДНК, определяющая начаться синтез РНК
- Б) затравка для ДНК-полимеразы
- В) последовательность ДНК, определяющая куда должен присоединиться репрессор
- Г) последовательность ДНК, кодирующая рРНК
- Д) специфическая последовательность ДНК, определяющая конец синтеза РНК

2. Назовите субстраты для процесса трансляции:

- А) белки
- Б) аминокислоты
- В) моноклеотиды

Г) нуклеозидтрифосфаты

Д) иРНК

3. Оперон – это:

А) единица координированной генетической экспрессии у бактерий

Б) участок ДНК для связывания гормонов

В) единица репликации

Г) участок терминации транскрипции

Д) участок ДНК, кодирующий один белок

4. Вырожденный генетический код это:

А) Неперекрывающийся код

Б) Поврежденный код

В) Некодирующие фрагменты ДНК

Г) Кодирование одной аминокислоты двумя и более триплетами

Д) Кодирование одной аминокислоты одним триплетом

Е) Кодирование двух разных белков одной и той же последовательностью ДНК

5. Перекрывающийся код это:

А) Незначительно перекрывающийся код

Б) Поврежденный код

В) Некодирующие фрагменты ДНК

Г) Кодирование одной аминокислоты двумя и более триплетами

Д) Кодирование одной аминокислоты одним триплетом

Е) Кодирование двух разных белков одной и той же последовательностью ДНК

6. Процессинг иРНК это:

А) Участие мРНК в процессе трансляции

Б) Участие иРНК в процессе обратной транскрипции

В) Секвенирование иРНК

Г) Дефрагментация генов первичного транскрипта

Д) Твердофазный синтез иРНК с заданной первичной структурой

7. Информосомы это:

А) Специфические структуры, образованные гистонами и ДНК

Б) Рибосомы, образующие комплексы с мРНК

В) Особый вид сферосом

Г) Синоним термину "хромосомы"

8. Цитоплазматическая наследственность может быть связана с:

А) Аппаратом Гольджи

Б) Митохондриями

В) Лизосомами

Г) Глиоксисомами

Д) Ядрышками

Е) Цитоплазматическим ретикулюмом

9. Теломеры это:

А) Капсомеры ретровирусов

Б) Концевые последовательности ДНК хромосом эукариот

В) Фланкирующие последовательности прокариотических генов

Г) Некодирующие последовательности ДНК

Д) Участки ДНК, содержащие перекрывающийся код

10. Укажите для процесса репликации матрицу:

А) тРНК

Б) белок

В) ДНК

Г) мРНК

Д) рРНК

11. Основным потребителем ферментов является промышленность:

а) текстильная;

- б) целлюлозобумажная;
- в) медицинская;
- г) пищевая;
- д) химическая.

12. Основная часть ферментов, поступающая на мировой рынок, приходится на долю:

- а) гидролаз;
- б) полимераз;
- в) лигаз;
- г) изомераз;
- д) лиаз.

13. Технология пластеинообразования используется для:

- а) биотрансформации ксенобиотиков;
- б) очистки сточных вод;
- в) получения трансгенных растений;
- г) выделения и очистки ферментов;
- д) получения антибиотиков.

14. Ферменты – амилазу и липазу – используют при лечении заболеваний:

- а) сердечно-сосудистой системы;
- б) верхних дыхательных путей;
- в) желудочно-кишечного тракта и печени;
- г) растворения тромбов в кровеносных сосудах;
- д) злокачественных новообразований.

15. Метод, основанный на способности ферментов из смеси различных белков связывать определенные лиганды, называется:

- а) осаждением органическими растворителями;
- б) фильтрацией на молекулярных ситах;
- в) ионообменной хроматографией;
- г) аффинной хроматографией;

д) изоэлектрофокусированием.

16. Ферменты, искусственно связанные с нерастворимыми носителями, но сохраняющие свои каталитические свойства, называются:

а) изоферментами;

б) пластеинами;

в) иммобилизованными ферментами;

г) мультиэнзимным комплексом;

д) аффинными сорбентами.

17. Метод иммобилизации ферментов, при котором белковая молекула удерживается на поверхности носителя за счет электростатических, гидрофобных, дисперсионных взаимодействий и водородных связей, называется:

а) адсорбцией;

б) включением в гель;

в) инкапсулированием;

г) включением в липосомы;

д) химическим методом.

18. Иммобилизация ферментов в гелях имеет следующий недостаток:

а) невысокая прочность связывания фермента с носителем;

б) загрязнение продуктов реакции;

в) невозможность осуществлять превращения высокомолекулярных субстратов;

г) невозможность использования водонерастворимых субстратов;

д) дороговизна и сложность использования.

19. Недостаток метода микрокапсулирования:

а) невысокая прочность связывания фермента с носителем;

б) загрязнение продуктов реакции;

в) невозможность осуществлять превращения высокомолекулярных субстратов;

г) невозможность использования водонерастворимых субстратов;

д) дороговизна и сложность использования.

20. Искусственная аналитическая система, содержащая иммобилизованные ферменты и клетки, и предназначенная для автоматического детектирования продуктов энзиматического превращения, называется:

- а) биоиндикатором;
- б) биосенсором;
- в) ферментером;
- г) анализатором;
- д) биодетектором.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	80-100 % правильных ответов
хорошо	60-79 % правильных ответов
удовлетворительно	40-59% правильных ответов
неудовлетворительно	менее 40% правильных ответов

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<u>Навыки</u>	При решении	Имеется	Продemonстрированы	Продemonстрированы

	стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
--	---	---	--	---

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

Семестр 9 "Молекулярная биология"

1. Предмет и задачи молекулярной биологии
2. Основные этапы развития науки «Молекулярная биология».
3. Строение вирусов.
4. Механизмы репликации разных типов вирусов.
5. Типы взаимодействия вируса с клеткой-хозяином.
6. Строение и цикл развития λ -фага.
7. Структура и цикл развития вируса иммунодефицита.
8. Структура и цикл развития вируса гриппа.
9. Происхождение вирусов и их роль в эволюции.
10. Структура нуклеоида. Типы репликации бактериальной хромосомы.
11. Структура прокариотических генов.
12. Бактериальные плазмиды.
13. Транспозоны бактерий.
14. Основные классы эукариотических генов.
15. Повторяющиеся последовательности эукариотических генов.
16. Структура эукариотических генов.
17. Транспозоны эукариот.
18. Ретротранспозоны эукариот.
19. Первичная структура ДНК.
20. Макромолекулярная структура ДНК.

Семестр 10 "Биотехнология"

1. Предмет и задачи биотехнологии.

2. Главные перспективы биотехнологии.
3. Строение прокариотической клетки.
4. Размножение и метаболизм бактерий.
5. Вирусы. Строение. Размножение. Использование вирусных частиц в биотехнологии.
6. Производство кормового белка.
7. Производство пищевого белка.
8. Основные типы деградации ксенобиотиков.
9. Биотехнология преобразования солнечной энергии.
10. Получение биогаза.
11. Биотехнология утилизации твёрдых отходов.
12. Биоочистка газовоздушных выбросов.
13. Биологический метод очистки сточных вод.
14. Основные механизмы регулирования клеточного метаболизма у прокариот.
15. Основные методы промышленного производства аминокислот.
16. Промышленные методы получения антибиотиков.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

Семестр 9 "Молекулярная биология"

1. Компактизация ДНК и структура хроматина.
2. Репликация в клеточном цикле. Последствия нарушения клеточного цикла.
3. Репликация ДНК. Этапы репликации, её регуляция у прокариот и эукариот.
4. Обратная транскрипция.
5. Репарация ДНК. Фотореактивация. Эксцизионная репарация. SOS – репарация.
6. Репарация ДНК. Пострепликативная репарация. Репарация ошибок репликации.
7. Репликация теломер.
8. Митохондриальная ДНК. Структурная организация. Репликация.
9. Пластидная ДНК. Структурная организация. Репликация.
10. Программа «Геном человека».
11. Молекулярная структура РНК. Типы РНК.
12. Структура мРНК у прокариот и у эукариот.
13. Концепция «Мир РНК».
14. Основные этапы транскрипции. Различия транскрипции у прокариот и у эукариот.
15. Лас-оперон. Негативная и позитивная его регуляция.
16. Тгр-оперон. Негативная его регуляция. Атенуация.
17. Созревание РНК у эукариот: процессинг и сплайсинг.
18. Основные свойства генетического кода.
19. Основные этапы трансляции.

Семестр 10 "Биотехнология"

1. Основные ферменты генной инженерии.
2. Промышленное производство некоторых витаминов.
3. Основные биотехнологические методы производства ферментов.
4. Основные методы иммобилизации ферментов.
5. Биотехнологическое использование иммобилизованных ферментов и клеток.
6. Генодиагностика.
7. Генетическая терапия.
8. Генный нокаут.
9. Достижения генетической инженерии животных.

10. Основные технологии клонирования организмов.
11. Достижения генетической инженерии растений.
12. Генно-инженерный синтез соматотропина.
13. Генно-инженерный синтез инсулина.
14. Генно-инженерный синтез инсулина.
15. Генно-инженерный синтез интерферона.
16. Получение трансгенных прокариот.
17. Получение трансгенных животных.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-8

Семестр 9 "Молекулярная биология"

1. Гибридизация ДНК. Коннекторный и рестриктазно-лигазный методы.
2. Полимеразная цепная реакция.
3. Секвенирование ДНК: химический и ферментативный методы.
4. Основные векторы для молекулярного клонирования.
5. Достижения и перспективы генетической инженерии.
6. Апоптоз – запрограммированная клеточная смерть.
7. Понятие об иммунитете. Принцип действия иммунной системы.
8. Механизм возникновения гуморального иммунитета.
9. Т-клетки и клеточный иммунитет.
10. Структура иммуноглобулинов.
11. Основные аутоиммунные заболевания.
12. Препрогенез и эпигенетика. Роль ядра в развитии организма.
13. Молекулярные механизмы детерминации и дифференцировки у многоклеточного организма.
14. Механизмы старения организма.
15. Трансформация клеток и процесс опухолеобразования.
16. Онкогены и антионкогены.
17. Причины возникновения опухолей.

Семестр 10 "Биотехнология"

1. Трансплантация органов и гистосовместимость.
2. Моноклональные антитела. Их получение и применение.
3. Тотипотентность генома. Клонирование организмов.
4. Получение трансгенных растений.
5. Дедифференцировка клеток – основа формирования клеточных культур растений.
6. Типы культур клеток и тканей.
7. Характеристика каллусных клеток.
8. Морфогенез каллусных клеток.
9. Применение изолированных протопластов в биотехнологии.
10. Клеточная инженерия на современном этапе.
11. Нанобиотехнологии в медицине и биологии.
12. Криосохранение и его основы.
13. Клональное микроразмножение растений и его практическое применение.
14. Соматический эмбриогенез.
15. Основные методы *in vitro* в селекции растений.
16. Клеточная инженерия животных.
17. Биосенсоры.
18. Биочипы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с ситуационными заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.
хорошо	студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при анализе информации.
удовлетворительно	студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении анализа информации.
неудовлетворительно	выставляется студенту, в ответе которого обнаружились существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины и / или неумение использовать полученные знания.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Кони́чев А. С. Молекулярная биология : учебник / А. С. Кони́чев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. - 5-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - 422 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/494720> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-13468-1 : 1619.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=821388&idb=0>.
2. Молекулярная биология. Практикум / под ред. Кони́чева А.С. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - 169 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/494719> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-12544-3 : 599.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=784710&idb=0>.
3. Резяпкин В. И. Молекулярная биология: практикум / Резяпкин В. И. - 6-е изд., перераб. - Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2022. - 45 с. - Книга из коллекции ГрГУ им. Янки Купалы - Биология. - ISBN 978-985-582-478-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=827738&idb=0>.
4. Чечина О. Н. Общая биотехнология / Чечина О. Н. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/494460> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-13660-9 : 859.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=784479&idb=0>.
5. Строганова И. Я. Общая биотехнология : Учебное пособие. Ч. 1 : Общая биотехнология :

Учебное пособие / Строганова И. Я. - Красноярск : КрасГАУ, 2020. - 191 с. - Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза», специальности 36.05.01 «Ветеринария». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции КрасГАУ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=782150&idb=0>.

6. Биотехнология растений / Назаренко Л. В., Долгих Ю. И., Загоскина Н. В., Ралдугина Г. Н. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 161 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491541> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-05619-8 : 569.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=786144&idb=0>.

7. Вирусология и биотехнология : учебник для вузов / Белоусова Р. В., Ярыгина Е. И., Третьякова И. В., Калмыкова М. С., Рогожин В. Н.; Ярыгина Е. И., Третьякова И. В., Калмыкова М. С., Рогожин В. Н. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 220 с. - Допущено УМО РФ по образованию в области ветеринарии и зоотехнии в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности «Ветеринария» (квалификация «ветеринарные врач»). - Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. - ISBN 978-5-507-45213-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=827766&idb=0>.

8. Загоскина Н. В. Биотехнология / под ред. Загоскиной Н.В., Назаренко Л.В. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 381 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/497604> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-13546-6 : 1189.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=788585&idb=0>.

9. Песцов Г. В. Биотехнология / Песцов Г. В., Жуков Н. Н. - Тула : ТГПУ, 2021. - 68 с. - Книга из коллекции ТГПУ - Технологии пищевых производств. - ISBN 978-5-6045162-5-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800547&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Петухова Е. В. Молекулярная биология с элементами генетики и микробиологии : учебное пособие / Петухова Е. В., Канарская З. А., Крыницкая А. Ю. - Казань : КНИТУ, 2019. - 96 с. - Книга из коллекции КНИТУ - Технологии пищевых производств. - ISBN 978-5-7882-2690-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=826482&idb=0>.

2. Луковникова Л. Б. Методические рекомендации к семинарским занятиям по курсу «Молекулярная биология» : учебно-методическое пособие / Луковникова Л. Б., Калугин А. В., Кравченко Г. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. - 12 с. - Рекомендовано методической комиссией Института биологии и биомедицины для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 «Биология». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Биология., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783251&idb=0>.

3. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / Спирин А.С. - Москва : Лаборатория знаний, 2019. - 594 с. - ISBN 978-5-00101-623-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735391&idb=0>.

4. Винникова Т. А. Биотехнология = Biotechnology : учебное пособие / Винникова Т. А., Трифонова Е. Н., Булгакова И. Ю. - Омск : ОмГТУ, 2019. - 96 с. - Библиогр.: доступна в карточке

книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ОмГТУ - Языкознание и литературоведение. - ISBN 978-5-8149-2776-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781872&idb=0>.

5. Фирсов Г. М. Вирусология, иммунология и биотехнология / Фирсов Г. М. - Волгоград :

Волгоградский ГАУ, 2021. - 164 с. - Книга из коллекции Волгоградский ГАУ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=805353&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система

адрес доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp

ГАРАНТ. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс].– Адрес доступа:

<http://www.garant.ru>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;

программное обеспечение «КонсультантПлюс»;

программное обеспечение Paint.NET;

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт"<http://www.ura.it.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>

Фундаментальная библиотека ННГУ. – Адрес доступа: www.lib.unn.ru/

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: <http://lib.arz.unn.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Автор(ы): Кривоногов Денис Михайлович, кандидат биологических наук, доцент
Малафеева Евгения Федотовна, кандидат биологических наук, доцент.

Рецензент(ы): Жиженина Лилия Михайловна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Недосеко Ольга Ивановна, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 10.01.2024, протокол № 1.