

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной (135)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 18 мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«БИОИНЖЕНЕРИЯ»

Направление: 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья

Биотехнология биологически активных веществ

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Евстафьев Сергей Николаевич Дата подписания: 22.06.2026

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Евстафьев Сергей Николаевич Дата подписания: 22.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Биоинженерия» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способность к разработке предложений по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции	ПК-2.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.1	Демонстрирует способность к оптимизации параметров биотехнологического процесса получения БАВ из природных источников	Знать основные методы исследования в области биотехнологии и биоинженерии. Уметь проводить сбор, систематизацию, обработку и анализ научно-технической информации, самостоятельно ставить задачи и проводить оптимизацию биотехнологических процессов с использованием методов биоинженерии. Владеть навыками использования молекулярно-биологических и генно-инженерных подходов в биотехнологическом производстве.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Биоинженерия» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: Нет

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Биотехнология БАВ», «Производственная практика: научно-исследовательская работа (научно-исследовательский семинар)», «Производственная практика: технологическая практика», «Технология получения БАВ из природных источников»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	42	42
лекции	14	14

лабораторные работы	28	28
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	30	30
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в биоинженерию: предмет изучения и области исследований. Разнообразие форм жизни на земле и подходы по использованию разных групп организмов в биоинженерии.	1	2					2, 4, 5	4	Тест, Устный опрос
2	Основные принципы организации и реализации генетической информации в живых организмах и их использование в биоинженерных подходах.	2	6	1, 2	8			1, 2, 3, 4, 5	13	Отчет по лабораторной работе, Тест, Устный опрос
3	Генетическая инженерия: теоретические основы и основные методологические подходы.	3	6	3, 4, 5, 6	20			1, 2, 3, 4, 5	13	Отчет по лабораторной работе, Тест, Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		14		28				66	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в биоинженерию: предмет изучения и области исследований. Разнообразие форм жизни на земле и подходы по использованию разных групп организмов в биоинженерии.	Тема 1.1. Предмет изучения биоинженерии и области исследований Тема 1.2. Определение жизни. Отличия живых систем от неживых. Клеточная теория: классические и современные представления. Тема 1.2. Разнообразие форм жизни на земле. Неклеточные и клеточные формы жизни. Основные подходы по использованию разных групп организмов в биоинженерии. Понятие о трансгенных организмах.
2	Основные принципы организации и реализации генетической информации в живых организмах и их использование в биоинженерных подходах.	Тема 2.1 Понятие о геноме, транскриптом, протеоме и метаболоме. Организация и форма генома у различных групп организмов. Тема 2.2 Состав, строение и виды нуклеиновых кислот. 5' и 3'-концы в строении нуклеиновых кислот. Принцип комплементарности в организации нуклеиновых кислот. Комплементарные пары азотистых оснований при формировании вторичной структуры нуклеиновых кислот и межмолекулярных взаимодействиях. Функции нуклеиновых кислот в клетках. Тема 2.3 Организация генома эукариотической клетки. Уровни упаковки ядерной ДНК в эукариотических клетках. Хроматин и его виды. Типы метафазных хромосом и их структурные элементы. Понятие о кариотипе. Длина генома, золотой путь как мера длины генома (Golden Path Length). Различия в размере геномов у разных групп эукариот. Тема 2.4 Кодированные и некодирующие элементы геномов эукариот. Понятие гена, основные виды некодирующей ДНК и их биологическая роль. Мобильные генетические элементы и их типы. Способы транспозиции. Биологическое значение. Тема 2.5 Понятие о транскриптом. Основные виды РНК эукариот: информационные и некодирующие РНК. Тема 2.6 Центральная догма молекулярной биологии: классические и современные представления. Тема 2.7 Общее понятие о репликации, транскрипции, обратной транскрипции и трансляции, основные механизмы регуляции. Роль процессов в реализации генетической информации в клетке. Использование механизмов этих процессов в генетической инженерии. Тема 2.8 Понятие генетического кода и его свойств. Принцип перевода нуклеотидной последовательности в аминокислотную. Строение

		зрелой иРНК, определение истинных старт- и стоп-кодона. Тема 2.9. Генетические базы данных и использование биоинформационных подходов в обработке данных о нуклеотидных последовательностях.
3	Генетическая инженерия: теоретические основы и основные методологические подходы.	Тема 3.1 Технологии получения рекомбинантных ДНК: общие понятия и принципы. Донорная и векторная ДНК. Использование кДНК в качестве донорной молекулы. Молекулярное клонирование. Тема 3.2 Основные подходы по получению целевых фрагментов ДНК для создания рекомбинантных векторных систем: рестрикция и полимеразная цепная реакция. Типы концов ДНК (тупые и выступающие): получение и типы возможных операций с ними. Ферменты, используемые для получения различных типов концов ДНК, фосфорилирование и дефосфорилирование концов ДНК. Тема 3.3 Рестрикция ДНК и эндонуклеазы рестрикции: классификация, особенности функционирования, практическое использование различных классов рестриктаз в генно-инженерных подходах. Тема 3.4 Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Принцип метода. Основные компоненты и продукты реакции. Этапы и их параметры. Температура отжига праймеров и время элонгации. Типы субстратов для ПЦР. Тема 3.5 ДНК-зависимые ДНК-полимеразы и их свойства. Направление работы и известные типы ферментативной активности ДНК полимераз. Таq-полимераза и ее свойства. Тема 3.6 Лигирование фрагментов ДНК для получения рекомбинантных молекул. ДНК-лигазы и условия для их работы. Тема 3.7 Электрофорез нуклеиновых кислот: принцип метода, основные этапы и использование метода для разделения и очистки целевых фрагментов ДНК. Направление миграции нуклеиновых кислот в электрическом поле. Типы красителей, используемые в электрофорезе нуклеиновых кислот. Интеркалирующие красители. Понятие о размерном стандарте и его назначение. Тема 3.8 Векторы для клонирования ДНК и их разнообразие. Тема 3.9 Природные плазмиды и векторы на основе плазмид. Основные функциональные элементы. Высоко- и низкокопийные векторы. Тема 3.10 Основные подходы создания

		рекомбинантных векторных плазмид. Подходы с использованием рестрикции-лигирования, клонирование ТА, клонирование ТОРО-ТА, изотермическая сборка Гибсона, метод золотых ворот (клонирование Golden Gate). Ферменты и типы используемых векторов, этапы и ограничения методов. Тема 3.11 Подходы и этапы генетической трансформации бактериальных клеток с использованием плазмидных векторов на примере кишечной палочки. Тема 3.12 Методы позитивной, негативной селекции и скрининга трансгенных бактериальных клеток с использованием селективных маркеров и репортерных генов. Двухэтапная селекция рекомбинантных плазмид с использованием генов устойчивости к антибиотикам, суицидальных генов и бело-голубого скрининга колоний. Тема 3.13 Подходы по верификация целевого характера генетической конструкции методами ПЦР и секвенирования ДНК. Тема 3.14 Использование вирусов как векторных систем. Разнообразие строения вирусов и типов вирусных геномов. Основные этапы жизненного цикла вирусов и их отличия у различных групп. Тема 3.15 Основные типы векторов на основе вирусов и их характеристики. Векторы на основе бактериофагов, векторы на основе вирусов млекопитающих. Тема 3.16 Другие типы векторов: космиды, бактериальные искусственные хромосомы (BAC), PAC, искусственные хромосомы дрожжей (YAC). Тема 3.17 Основные подходы по генетической трансформации растений. Агробактериальная трансформация растений: принцип и основные этапы. Использование свойства тотипотентности клеток для регенерации растений из единичных клеток. Микрореклональное размножение растений in vitro.
--	--	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 1

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Состав, строение, и виды нуклеиновых кислот.	4
2	Генетический код и строение мРНК: принцип перевода нуклеотидной последовательности в аминокислотную.	4
3	Рестрикция ДНК и эндонуклеазы рестрикции, практическое использование различных классов	4

	рестриктаз в генно-инженерных подходах.	
4	Полимеразная цепная реакция (ПЦР): Принцип метода, основные компоненты, этапы и их параметры.	8
5	Лигирование фрагментов ДНК для получения рекомбинантных молекул.	4
6	Методы верификации генно-инженерных конструкций.	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	4
2	Подготовка к контрольным работам	7
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	4
4	Подготовка к экзамену	10
5	Проработка разделов теоретического материала	5

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: не предусмотрены

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы являются одним из видов практического обучения, целью которых является закрепление теоретических знаний в области генетической и клеточной инженерии, приобретение и развитие практических навыков в использовании методов молекулярно-генетического анализа, навыков работы с научно-техническими протоколами и технической документацией к современному оборудованию, навыков планирования и проведения экспериментальных работ и анализа полученных результатов, навыков подготовки научно-технических отчетов и документации.

Общий план выполнения лабораторных работ

1. Ознакомиться с теоретическим введением. Ознакомление может осуществляться также в форме научной дискуссии с преподавателем.
2. Ознакомиться с методикой и последовательностью выполнения работы.
3. Выполнить требуемые расчеты, заполнить таблицы привести схемы процессов. Для расчетов использовать инструкцию к реактивам, а также другой методический раздаточный материал, предоставляемый преподавателем.
4. Проанализировать результаты и сделать выводы, ответить на контрольные вопросы (при наличии).

5. Оформить отчет в установленный преподавателем срок в соответствии с выставленными требованиями.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие элементы:

Подготовка к лабораторным работам

Тема и задание для лабораторной работы предоставляется студентам предварительно за одну неделю до его проведения.

Задание включает следующие элементы подготовки

1. Изучение и повторение учебного материала с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы по теме предстоящей лабораторной работы.
2. Разбор и заучивание новых понятий и терминов, внесение (при необходимости) их в глоссарий.
3. Анализ контрольных вопросов (при наличии).

Оформление отчетов по лабораторным работам

Целью оформления отчетов является закрепление знаний, полученных в ходе выполнения лабораторных работ и лекционных занятий, систематизация полученных результатов работы и формулирование выводов, развитие навыков подготовки научно-технической документации.

Заданием для самостоятельной работы является подготовка отчетов по лабораторным работам из перечня, приведенного в п. 4.3 согласно требованиям, изложенным в п. 6.1.3.

Проработка отдельных разделов теоретического курса

Целью проработки является совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования, углубление знаний по дисциплине.

Задание включает следующие элементы подготовки

1. Изучение материала, изложенного в лекциях.
2. Изучение и анализ рекомендованной литературы.
3. Самостоятельный поиск, изучение и анализ литературы по дисциплине, не указанной в списке рекомендованной литературы, в том числе с использованием текстов научных публикаций.
4. Повторение и закрепление навыков решения расчетных задач, разбор которых проводился на практических занятиях.
5. Формирование списка вопросов, которые после тщательной теоретической проработки студентом, остаются до конца непонятными для их разбора в рамках практических занятий или консультаций с преподавателем.
6. Выполнение домашних заданий, которые выдаются преподавателем на практических занятиях.

Подготовка к контрольным работам

Целью подготовки является закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в ходе освоения дисциплины, а также закрепление всех необходимых для успешного усвоения дисциплины компетенций.

Заданием для самостоятельной работы теоретическую подготовку с использованием конспекта лекций и рекомендуемой литературы, а также самостоятельно найденной информации с использованием официальных источников и научных публикаций, повторение и закрепление навыков решения расчетных задач, разбор которых проводился

на практических занятиях.

Контрольные работы могут проводиться в виде проверочной работы с открытой формой ответа, а также в форме тестирования.

Подготовка к экзамену

Целью подготовки является закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в ходе освоения дисциплины, а также закрепление всех необходимых для успешного усвоения дисциплины компетенций.

Основные рекомендации по выполнению заданий включают теоретическую подготовку с использованием конспекта лекций и рекомендуемой литературы, а также самостоятельно найденной информации с использованием официальных источников и научных публикаций, повторение и закрепление навыков решения расчетных задач, разбор которых проводился на практических занятиях.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится в форме коллоквиума с целью проверки и оценивания знаний студентов. Опрос проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся вести дискуссию по теме, аргументировать свое мнение, применяя знания, полученные в рамках занятий по текущей и другим дисциплинам. В ходе опроса также может происходить обсуждение письменных и домашних работ студентов. Основные вопросы для подготовки к опросу доводятся до сведения студентов на предшествующем практическом занятии.

Вопросы для подготовки к устному опросу:

1. Предмет изучения биоинженерии и области исследований.
2. Отличия живых систем от неживых. Клеточная теория: классические и современные представления.
3. Разнообразие форм жизни на земле. Основные подходы по использованию разных групп организмов в биоинженерии.
4. Понятие о трансгенных организмах.
5. Технологии получения рекомбинантных ДНК: общие понятия и принципы. Молекулярное клонирование.
6. Рестрикция ДНК и эндонуклеазы рестрикции: классификация, особенности функционирования, практическое использование различных классов рестриктаз в генно-инженерных подходах.
7. Полимеразная цепная реакция (ПЦР): принцип метода, основные компоненты и продукты реакции, этапы. Расчет состава реакционной смеси и температурно-временных параметров реакции.
8. Электрофорез нуклеиновых кислот: принцип метода, основные этапы и использование метода для разделения и очистки целевых фрагментов ДНК.
9. Основные подходы создания рекомбинантных векторных плазмид. Методы позитивной, негативной селекции и скрининга трансгенных бактериальных клеток с использованием селективных маркеров и репортерных генов.
10. Подходы по верификация целевого характера генетической конструкции методами ПЦР и секвенирования ДНК.

11. Основные типы векторов на основе вирусов и их характеристики.
12. Векторы на основе космид, бактериальные искусственные хромосомы (BAC), PAC, искусственные хромосомы дрожжей (YAC).
13. Агробактериальная трансформация растений: принцип и основные этапы. Микроклональное размножение растений *in vitro*.

Критерии оценивания.

«Отлично»: студент полно и аргументировано отвечает по содержанию задания, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные, излагает материал последовательно и правильно.

«Хорошо»: студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», однако допускаются неполные ответы на основные и/или дополнительные вопросы по теме вопроса и/или допускает незначительные ошибки, при наличии в целом верного ответа на основной вопрос.

«Удовлетворительно»: студент демонстрирует понимание основных положений данного задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий, имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения в последовательности изложения, отступления от норм научного языка.

«Неудовлетворительно»: ответы на основные и/или уточняющие вопросы отсутствуют и/или ответы не позволяют судить о наличии у студента знаний по дисциплине. Студент демонстрирует существенные нарушения в последовательности изложения и отступления от норм научного языка.

6.1.2 семестр 1 | Тест

Описание процедуры.

Тест состоит из двух частей – задания и эталона. Задание выдаётся студентам для выполнения, эталон представляет собой образец правильного и последовательного выполнения задания. Сравнивая эталон с ответом студента, можно объективно судить о качестве усвоения учебного материала.

К каждому вопросу предлагается несколько ответов на выбор, студенты должны найти среди них правильные. Допускается наличие в вопросе несколько верных вариантов ответа. Максимальный балл при оценке результатов ответа возможен только если студент отметил все правильные варианты ответа, и не выбрал ни одного неверного варианта. Вопросы теста также могут содержать пустые поля для внесения ответа вручную, а также поля для внесения решений расчетных задач.

Перечень заданий

1. Самостоятельно и предварительно провести теоретическую подготовку с использованием конспекта лекций и рекомендуемой литературы, а также самостоятельно найденной информации с использованием официальных источников и научных публикаций, в соответствии с программой дисциплины по теме тестирования.
2. Ответить на вопросы в соответствии предложенным перечнем.

Вопросы для контроля

Темы для подготовки озвучиваются студентам минимум за одну неделю до проведения тестирования. Вопросы к тестам формулируются исходя из содержания отдельных разделов и тем дисциплины.

Примерные тестовые задания:

1. Отметьте возможные пути передачи генетической информации, известные для живых систем и/или показанные экспериментально *in vitro*:

- а) ДНК → ДНК
- б) ДНК → РНК
- в) РНК → ДНК
- г) РНК → РНК
- д) ДНК → белок
- е) РНК → белок
- ж) белок → белок
- з) белок → РНК
- и) белок → ДНК

2. Основной функцией репликации ДНК в клетках является:

- а) синтез матричных и транспортных РНК для синтеза белка
- б) увеличение количества ДНК/РНК-матриц для синтеза мРНК
- в) удвоение генетической информации для последующего деления клетки
- г) синтез белков и полипептидов в клетке
- д) точная функция не известна

3. Укажите виды каталитических активностей, которые можно встретить у бактериальных ДНК-полимераз.

- а) 5' → 3' полимеразная активность
- б) 3' → 5' полимеразная активность
- в) 5' → 3' экзонуклеазная активность
- г) 3' → 5' экзонуклеазная активность
- д) эндонуклеазная активность
- е) хеликазная активность
- ж) протеазная активность

4. Скорость работы ДНК-полимеразы это:

- а) количество нуклеотидов, которое присоединяет ДНК-полимераза к растущей цепи за единицу времени
- б) количество нуклеотидов, которое присоединяет ДНК-полимераза к растущей цепи за один цикл связывания с матрицей ДНК
- в) редактирующая способность ДНК-полимеразы
- г) способность ДНК-полимеразы раскручивать двойную цепь ДНК в процессе репликации
- д) то же самое, что полимеразная активность

5. Фермент ДНК-лигаза катализирует:

- а) ковалентное сшивание цепей ДНК
- б) полимеризацию цепи ДНК
- в) разрезание цепи ДНК на отдельные фрагменты
- г) расщепление цепи ДНК с 5'-конца
- д) расщепление цепи ДНК с 3'-конца

Критерии оценивания.

«Отлично» – 80% и более правильных ответов.

«Хорошо» – 65-79% правильных ответов.

«Удовлетворительно» – 50-65% правильных ответов.

«Неудовлетворительно» – меньше 50% правильных ответов.

6.1.3 семестр 1 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Отчет должен быть выполнен в установленный преподавателем срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчетов о научно-исследовательской работе. Отчет по выполнению лабораторной работы включает цель и задачи работы, ход выполнения работы, полученных результатов, выводов. Если выполнение работы проводится на специальном бланке для выполнения работы, выданном преподавателем, то оформление отчета производится студентом в соответствии с постановленными полями для заполнения. Отчет должен быть подготовлен каждым студентом индивидуально в рукописном варианте. Если работа предполагает использование средств информационных технологий, то отчет может предоставляться частично или полностью в цифровом виде, что оговаривается преподавателем отдельно и предварительно. Отчеты в назначенный срок сдаются на проверку. Отчет может подразумевать индивидуальную или коллективную форму защиты в форме научной дискуссии. По усмотрению преподавателя может быть проведена работа над ошибками с индивидуальным/коллективным разбором ошибок.

Перечень заданий:

Заданием для самостоятельной работы является подготовка отчетов по лабораторным из перечня, приведенного в п. 4.3. Требования к отчетным материалам включают следующие:

1. отчет должен быть выполнен в установленный преподавателем срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчетов о научно-исследовательской работе;
2. отчет должен включать цель и задачи работы, ход выполнения, полученные результаты, выводы;
3. отчет должен быть подготовлен каждым студентом индивидуально в рукописном варианте, если не подразумевается выполнение работы с привлечением информационных технологий.

Вопросы для контроля:

Вопросы представлены в методических указаниях поле каждой лабораторной работы либо озвучиваются преподавателем в устном виде.

Критерии оценивания.

Оценивание отчетов производится по двухбалльной шкале. Студент получает оценку «зачтено», если предложенные задания выполнены в целом правильно, демонстрируется знание теоретического и практического материала, представлены в целом верные ответы на контрольные вопросы. Оценка «не зачтено» выставляется в случае, если студент не сдал задание к началу промежуточной аттестации, или же задание выполнено неверно и/или отчетные материалы не позволяют судить о наличии у студента знаний по дисциплине. Наличие оценок «не зачтено» при выполнении практических работ является основанием по недопуску студента к промежуточной аттестации.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы)
----------------------------------	---------------------	-------------------

		оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.1	Владеет теоретическими основами и практическими навыками по использованию методов молекулярно-генетического анализа и генетической инженерии в оптимизации биотехнологических процессов.	Устный опрос, тестирование.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса и расписанием экзаменационных сессий. Предварительно составляется график консультаций, во время которой преподаватель ознакомит с основными вопросами промежуточной аттестации и даст разъяснения при возникновении вопросов со стороны студентов. Экзамен проводится с целью оценки качества усвоения студентами всего объёма содержания дисциплины и определения фактически достигнутых знаний, навыков и умений, а также компетенций, сформированных за время аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче экзамена. Все виды задолженностей по текущему контролю должны быть погашены студентами не позднее, чем за одну неделю до начала промежуточной аттестации.

Экзамен проводится в форме устного собеседования по экзаменационным билетам, включающим один теоретический вопрос, тестовую часть и решение одной ситуационной задачи из приведенного перечня.

Объем вопросов в билете рассчитан на устный ответ студента в течение до 10 минут и подготовку письменного решения в течение до 20 минут.

Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы в рамках программы данной учебной дисциплины.

Вопросы для контроля в форме устного опроса и теста:

1. Биоинженерия: понятие и область исследований. Генетическая инженерия как раздел биоинженерии. Понятие о трансгенных организмах.
2. Понятие о жизни. Основные отличия живых систем от неживых. Классические постулаты клеточной теории и современные представления. Разнообразие форм жизни на земле.
3. Понятие о геноме, транскриптоме, протеоме и метаболоме. Организация и форма генома у различных групп организмов.
4. Нуклеиновые кислоты и их виды. Состав, строение и виды нуклеиновых кислот. 5' и 3'-концы в строении нуклеиновых кислот. Принцип комплементарности в организации нуклеиновых кислот. Комплементарные пары азотистых оснований при формировании вторичной структуры нуклеиновых кислот и межмолекулярных взаимодействиях.

Функции нуклеиновых кислот в клетках.

5. Организация генома про- и эукариотической клетки. Уровни упаковки ядерной ДНК в эукариотических клетках. Хроматин и его виды. Типы метафазных хромосом и их структурные элементы. Понятие о кариотипе.
6. Размер генома, различия в размере геномов у разных групп эукариот. Значений C-value, G-value в оценке сложности организмов и их парадоксы. Концепция значения I-value как частичное решение парадоксов значений C и G.
7. Кодированные и некодированные элементы геномов эукариот. Понятие гена, основные виды некодированной ДНК и их биологическая роль. Мобильные генетические элементы и их типы. Способы транспозиции. Биологическое значение.
8. Понятие о транскриптом. Разнообразие видов РНК эукариот: информационные и некодированные РНК и их биологическое значение. РНК-интерференция: общий принцип.
9. Центральная догма молекулярной биологии: классические и современные представления. Общее понятие о репликации, транскрипции, обратной транскрипции и трансляции, основные механизмы регуляции. Роль процессов в реализации генетической информации в клетке. Использование механизмов этих процессов в генетической инженерии.
10. Генетический код и его свойства. Принцип перевода нуклеотидной последовательности в аминокислотную. Строение зрелой иРНК, определение истинных старт- и стоп-кодонов.
11. Технологии получения рекомбинантных ДНК: общие понятия и принципы. Донорная и векторная ДНК. Использование кДНК в качестве донорной молекулы. Молекулярное клонирование.
12. Основные подходы по получению целевых фрагментов ДНК для создания рекомбинантных векторных систем: рестрикция и полимеразная цепная реакция. Типы концов ДНК (тупые и выступающие): получение и типы возможных операций с ними. Ферменты, используемые для получения различных типов концов ДНК, фосфорилирование и дефосфорилирование концов ДНК.
13. Векторы для клонирования ДНК и их разнообразие. Плазмиды и векторы на основе плазмид. Основные функциональные элементы. Высоко- и низкокопийные плазмиды. Сайт *ori* и его значение для копийности и для клонирования плазмид в различных группах организмов.
14. Рестрикция ДНК и эндонуклеазы рестрикции: классификация, особенности функционирования, практическое использование различных классов рестриктаз в генно-инженерных подходах. Особенности работы рестриктаз *II*P и *II*S типа.
15. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Принцип метода. Основные компоненты и продукты реакции. Этапы и их параметры. Температура отжига праймеров и время элонгации. Основные типы субстратов для ПЦР. Получение кДНК и ее использование в качестве матрицы.
16. Многообразие ДНК-зависимых ДНК-полимераз и их свойства. Направление работы и известные типы ферментативной активности ДНК-полимераз. Taq-полимераза и ее свойства.
17. Лигирование фрагментов ДНК для получения рекомбинантных молекул. ДНК-лигазы и условия для их работы.
18. Электрофорез нуклеиновых кислот: принцип метода, основные этапы и использование метода разделения и очистки целевых фрагментов ДНК. Направление миграции нуклеиновых кислот в электрическом поле. Типы красителей, используемые в электрофорезе нуклеиновых кислот. Интеркалирующие красители. Понятие о размерном стандарте и его назначение.
19. Подходы по созданию рекомбинантных плазмидных векторов: клонирование по принципу рестрикции-лигирования.

20. Подходы по созданию рекомбинантных плазмидных векторов: клонирование ТА.
 21. Подходы по созданию рекомбинантных плазмидных векторов: клонирование ТОРО-ТА.
 22. Подходы по созданию рекомбинантных плазмидных векторов: изотермическая сборка Гибсона.
 23. Подходы по созданию рекомбинантных плазмидных векторов: метод золотых ворот (клонирование Golden Gate).
 24. Подходы и этапы генетической трансформации бактериальных клеток с использованием плазмидных векторов на примере кишечной палочки.
 25. Методы позитивной, негативной селекции и скрининга трансгенных бактериальных клеток с использованием селективных маркеров и репортерных генов. Двухэтапная селекция рекомбинантных плазмид с использованием генов устойчивости к антибиотикам, суицидальных генов и бело-голубого скрининга колоний.
 26. Подходы по верификация целевого характера генетической конструкции методами ПЦР и секвенирования ДНК.
 27. Агробактериальная трансформация растений: принцип и основные этапы. Тотипотентность клеток и использование этого свойства для микроклонального размножение растений in vitro.
 28. Основные представления о строении вирусных частиц как потенциальных векторных систем. Разнообразие строения вирусов и типов вирусных геномов. Основные этапы жизненного цикла вирусов и их отличия у различных групп.
 29. Основные типы векторов на основе вирусов. Векторы на основе бактериофагов и их характеристики.
 30. Основные типы векторов на основе вирусов. Векторы на основе вирусов животных и их характеристики.
 31. Векторные системы на основе космид, бактериальных искусственных хромосом (BAC), PAC, искусственных хромосом дрожжей (YAC): принципы строения и основные свойства.
- Перечень ситуационных (расчетных) задач для контроля в форме представления письменного решения:
32. Рестрикция ДНК: расчет компонентного состава и температурного режима реакции с заданными условиями. Схема реакции.
 33. Получение рекомбинантного плазмидного вектора: расчет компонентного состава реакции, расчет молярного соотношения векторной молекулы и ДНК-вставки с заданными условиями. Схема реакции.
 34. Полимеразная цепная реакция: расчет компонентного состава и схема получения ампликонов с заданными условиями.
 35. Полимеразная цепная реакция: расчет компонентного состава и температурно-временных параметров ПЦР с заданными условиями.
 36. Генетический код и перевод модельной нуклеотидной последовательности в аминокислотную.
 37. Результаты электрофореза нуклеиновых кислот: общее описание экспериментальных результатов по модельному гелю, оценка размеров фрагментов нуклеиновых кислот и установление предположительного типа матрицы.

Пример задания:

Демонстрационный вариант билета:

БИЛЕТ № 1

1. Подходы по созданию рекомбинантных плазмидных векторов: клонирование по принципу рестрикции-лигирования.

2. Задача: Рестрикция ДНК. Рассчитать компонентный состав и температурный режим реакции с заданными условиями. Привести схему реакции.
3. Тест: Выберите все верные ответы из предложенных.
1. Отметьте возможные пути передачи генетической информации, известные для живых систем и/или показанные экспериментально *in vitro*:
- а) ДНК → ДНК
 - б) ДНК → РНК
 - в) РНК → ДНК
 - г) РНК → РНК
 - д) ДНК → белок
 - е) РНК → белок
 - ж) белок → белок
 - з) белок → РНК
 - и) белок → ДНК
2. Основной функцией репликации ДНК в клетках является:
- а) синтез матричных и транспортных РНК для синтеза белка
 - б) увеличение количества ДНК/РНК-матриц для синтеза мРНК
 - в) удвоение генетической информации для последующего деления клетки
 - г) синтез белков и полипептидов в клетке
 - д) точная функция не известна
3. Ген β-галактозидазы (*lacZ*) в векторных системах предназначен для:
- а) проведения позитивной селекции полученных клонов
 - б) проведения негативной селекции полученных клонов
 - в) проведения скрининга полученных клонов по нелетальному признаку
 - г) проведения скрининга полученных клонов методами ПЦР и/или секвенирования
 - д) нет правильного ответа
4. Суицидальные гены в векторных системах предназначены для:
- а) проведения позитивной селекции полученных клонов
 - б) проведения негативной селекции полученных клонов
 - в) проведения скрининга полученных клонов по нелетальному признаку
 - г) проведения скрининга полученных клонов методами ПЦР и/или секвенирования
 - д) нет правильного ответа
5. В случае сборки по методу золотых ворот (Golden Gate) при создании рекомбинантного вектора обязательными условиями являются:
- а) рестрицирование вектора и вставки
 - б) наличие однонуклеотидного выступа «А» на 3'-конце вставки
 - в) наличие однонуклеотидного выступа «Т» на 5'-конце
 - г) наличие/создание липких концов с двумя и более выступающими нуклеотидами у вектора и вставки
 - д) использование ДНК-лигазы в реакции
 - е) использование 3'-экзонуклеазы в реакции
 - ж) использование 5'-экзонуклеазы в реакции
 - з) использование ДНК-полимеразы в реакции
 - и) использование рестриктаз типа IIS в реакции
 - к) использование рестриктаз типа IIP в реакции

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Студент демонстрирует глубокие знания по основным разделам дисциплины. Владеет знаниями об организации и реализации генетической информации у разных групп организмов, владеет теоретическими основами и основными методологическим и подходами генетической инженерии, навыками работы с научно-техническими протоколами и технической документацией к реактивам для молекулярно-генетического анализа и современному оборудованию. Владеет принципами планирования экспериментов с использованием методов молекулярной биологии и генетической инженерии. Умеет в полном объеме решать ситуационные задачи в рамках дисциплины.	Студент демонстрирует знания по основным разделам дисциплины. Допускается неполные ответы на дополнительные вопросы по теме. Демонстрирует знания подходов по решению ситуационных задач в рамках дисциплины. Допускается неполное решение задач при демонстрации понимания вывода основных закономерностей, а также представляет разъяснения подходов по их решению. Способен использовать специализированные знания в области биоинженерии в профессиональной деятельности. Демонстрирует владение научным языком, хотя допускаются отступления, изложение ответа приводится последовательно и доступно для понимания. Демонстрирует	Студент демонстрирует знания по основным разделам дисциплины, но не в полном объеме. Допускаются неполные ответы на дополнительные вопросы, неполное решение или отсутствие решения ситуационных задач и/или отсутствие разъяснений подходов по их решению при условии наличия в целом верных ответов на основные вопросы. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения в последовательности изложения. Допускаются отступления от норм научного языка, при условии, что изложение ответа в целом доступно для понимания. Демонстрирует выполнение тестовой части на 50 и более процентов.	Студент демонстрирует поверхностные знания по основным разделам дисциплины, либо не демонстрирует их вовсе. Отсутствуют ответы на основные и/или дополнительные вопросы и/или ответы не позволяют судить о наличии у студента знаний по дисциплине. Решение ситуационных задач отсутствуют или полностью отсутствует объяснение их решения. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, с серьезными отступлениями от норм научного языка, изложение ответа трудно доступно или полностью недоступно для понимания. Демонстрирует выполнение тестовой части меньше, чем на 50 процентов.

Демонстрирует хорошее владение научным языком, изложение ответа приводится последовательно и хорошо доступно для понимания. Демонстрирует выполнение тестовой части задания на 80 и более процентов.	выполнение тестовой части задания на 65 и более процентов.		
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия : учебно-справочное пособие / С. Н. Щелкунов, 2017. - 514.

[Сайт] – URL: <https://www.iprbookshop.ru/65273.html>

2. Фаллер Д. М. Молекулярная биология клетки : руководство для врачей / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс, 2012. - 256.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид, 2020. - 324.

2. Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс, К. Хопкин, А. Джонсон [и др.], 2023. - 796.

3. Биотехнология растений : учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина, 2021. - 161.

4. Биотехнология : учебник для вузов по сельскохозяйственным, естественнонаучным, педагогическим, специальностям и магистерским программам / И. В. Тихонов [и др.]; под ред. Е. С. Воронина, 2008. - 703.

5. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия : учебник для вузов по сельскохозяйственным, естественно-научным и педагогическим специальностям / под ред. В. С. Шевелухи, 2015. - 700.

6. Биоинженерия : методические указания по выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2014. - 29.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6616.pdf>

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>

2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>
3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"
3. Свободно распространяемое программное обеспечение MEGA v. 11.0

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 1. Проектор BENO MX661 2. Мультимедиа-проектор EB- X14G с ИБП, потолочное крепление и видеокабель 3. Настенный экран DaLite 175*234 4. Компьютер ICore 2Duo E4600/2Gb/160/GF 256Mb/FDD/DVD-RW/Samsung LCD 19