Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра биохимии и микробиологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.9.2 Биоинженерия»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
06.03.01 Биология
(код и наименование направления подготовки)

Прикладная биология
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.9.2 Биоинженерия*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии
наименование кафедры

протокол № 9 от " 06 " марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биохимии и микробиологии — подпись — Е.С. Барышева
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнитель:
доцент — подпись — О.К. Давыдова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
06.03.01 Биология — Л.В. Галактионова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись — С.А. Биктимирова
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета
личная подпись — А.Н. Сизенцов
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Давыдова О.К., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование у студентов современных представлений об уровне научных достижений в области разработки биотехнических систем, технологий новых материалов и клеточных структур.

Задачи:

- в систематизированной форме усвоить знания о принципах и методах генной, белковой и клеточной инженерии;
- изучить возможности практического применения биоинженерной методологии.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.21 Зоология, Б1.Д.Б.28 Основы микробиологии, Б1.Д.В.13 Вспомогательные репродуктивные технологии*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-9 Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	УК-9-В-1 Понимает особенности развития человека с ограниченными возможностями здоровья УК-9-В-2 Демонстрирует готовность применять базовые дефектологические знания, принципы, методы в социальной и профессиональной сферах	**Знать:** - этические и правовые нормы инклюзивного взаимодействия при проведении биоинженерных исследований; **Уметь:** – выбирать и применять доступные форматы представления биологической информации (визуальные, тактильные, аудиальные) при работе с лицами с ОВЗ в учебной среде; **Владеть:** – базовыми приемами толерантного и поддерживающего взаимодействия с лицами с ОВЗ.
ПК*-2 Способен применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получае-	ПК*-2-В-1 Использует широкий спектр обработки и анализа результатов, полученных с применением зоологических, цитологических, ботанических, экологических методов ПК*-2-В-2 Способен к анализу, оформлению и представлению результатов научно-	**Знать:** - современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
мую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований	исследовательской и профессиональной деятельности с учетом соответствующей нормативной документации	**Уметь:** - использовать обзоры, аналитические и пояснительные записки для составления научно-технических отчетов; **Владеть:** - навыками работы с научной и учебной литературой.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**41,5**	**41,5**
Лекции (Л)	20	20
Практические занятия (ПЗ)	20	20
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- написание эссе (Э);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- изучение разделов массового открытого онлайн-курса «Биотехнологии: генная инженерия»;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**66,5** +	**66,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в биоинженерию	12	2	2		8
2	Методы изучения нуклеотидных последова-	32	6	6		20

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	тельностей и клонирования фрагментов ДНК					
3	Клеточная инженерия растений	22	4	4		14
4	Клеточная инженерия животных	22	4	4		14
5	Основы биоинженерии человека	20	4	4		12
	Итого:	108	20	20		68
	Всего:	108	20	20		68

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Введение в биоинженерию. *Определение и задачи биоинженерии. История развития. Биоинженерия как наука и сфера производства. Современная биоинженерия как направление научно-технического прогресса. Основные методы исследования. Пути создания биоинженерных конструкций. Решение биоинженерных задач в растениеводстве и животноводстве. Решение биоинженерных задач в медицине. Перспективы и значение целенаправленного изменения биологических объектов.*

2. Методы изучения нуклеотидных последовательностей и клонирования фрагментов ДНК. *Сущность методов Максама-Гилберта и Сэнгера. «Метод терминации цепи» или «дидезокси метод». Современное оборудование: приборы и технические средства. Автоматизация секвенирования. Применение метода. Гибридизация ДНК и РНК. Гибридизация с зондами. Вычитающая гибридизация. Блоттинг по Саузерну. Иммуноблоттинг. Компьютерный анализ нуклеотидных последовательностей. Применение метода блоттинга.*

Ферменты, используемые в молекулярном клонировании. Рестриктазы: I, II и III типов. Изошизомеры. ДНК-метилазы, их использование для получения крупных рестрикционных фрагментов ДНК. ДНК- и РНК-лигазы фага Т4. ДНК-полимеразы из различных источников; их свойства и применение. ДНК-полимераза I из E.coli. Фрагмент Кленова ДНК-полимеразы I. ДНК-полимераза фага Т4. Термостабильные ДНК-полимеразы. Обратные транскриптазы (РНК-зависимые ДНК-полимеразы). транскриптазы (РНК-зависимые ДНК-полимеразы).

Векторы клонирования в бактериях. Плазмидные векторы. Механизмы репликации плазмид. Плазмиды со строгим и ослабленным контролем репликации. Амплификация плазмидной ДНК. Конъюгативные и неконъюгативные плазмиды. Несовместимость плазмид. Плазмиды с узким и широким кругом хозяев. Плазмидые векторы клонирования в клетках E.coli. Плазмида pSC101. Свойства плазмиды ColE1 и векторов на ее основе (серия векторов pBR, серия векторов pUC). Плазмидые векторы для клонирования в клетках других грам-отрицательных и грам-положительных бактерий. Челночные векторы. Введение рекомбинантных ДНК в клетки бактерий. Особенности трансформации у разных видов бактерий. Трансформация клеток E.coli. Трансформация плазмидными ДНК клеток бацилл. Электропорация. Перенос рекомбинантных плазмид из клеток E.coli с помощью мобилизации конъюгативными плазмидами. Векторы на основе бактериофага лямбда. Космиды. Векторы на основе однонитевых фагов. Фазмиды.

Увеличение эффективности клонирования путем подбора оптимального молярного соотношения концов вектора и клонируемого фрагмента. Лигирование фрагментов с гетерологичными концами. Превращение выступающих 3'-концов в тупые с помощью ДНК-полимеразы фага Т4. Превращение выступающих 5'-концов в тупые с помощью фрагмента Кленова. Использование нуклеаз для превращения выступающих концов в тупые. Использование синтетических линкеров и адаптеров.

Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Стандартные условия и критические параметры проведения ПЦР. Разновидности ПЦР: метод «горячего старта», ПЦР по конечной точке, амплификация длинных фрагментов ДНК, методы повышения точности амплификации. Проблема количественного определения содержания матричных полинуклеотидов в амплифицируемых образцах. ПЦР в реальном времени. Получение точковых мутаций, делеций и вставок с помощью ПЦР.

3. Клеточная инженерия растений. *Возможности клеточной инженерии в растениеводстве. Краткая история развития методов клеточной инженерии. Создание клеточных культур растений. Типы клеточных культур. Тотипотентность растительных клеток и регенерация растений. Получение идентичных исходной форме растений в результате использования меристемных культур, искусственного оплодотворения,*

культивирования незрелых гибридных зародышей, регенерации растений из тканей летальных гибридов, гаплоидных андроклинных растений. Создание растений, генетически отличных от исходных на основе сомаклональной изменчивости, мутагенеза in vitro и трансгенных растений. Получение клеточных фрагментов (цитопластов, кариопластов, капель цитоплазмы и др.) и особенности их использования в клеточной инженерии. Энуклеация клеток. Пересадка (трансплантация) ядер и других органелл. Изучение специфики взаимодействия генетически модифицированных растений с дикорастущими родичами в естественных популяциях. Разработка и испытание молекулярно-генетических систем для оценки вертикального переноса при испытаниях на биобезопасность ГМ растений. Тесты по оценке безопасности трансгенных растений на органы и системы человека.

4. Клеточная инженерия животных. *Краткая история развития методов культивирования клеток животных. Создание клеточных культур животных. Культура опухолевых клеток. Соматическая гибридизация клеток животных. Образование гибридом их значение. Типы культивируемых животных клеток. Эмбриоинженерия домашних животных. Современные подходы к созданию и сохранению новых пород. Регуляция пола. Культивирование половых клеток, оплодотворение in vitro и трансплантация эмбрионов. Получение клонированных животных. Получение трансгенных животных.*

5. Основы биоинженерии человека. *Методы культивирования соматических клеток человека на искусственных питательных средах как предпосылка к развитию клеточной инженерии. Этапы соматической гибридизации. Генная инженерия соматических клеток. Перенос генетического материала. Перспективы генной инженерии половых клеток человека. Биоинженерные технологии в медицине. Репродуктивные технологии. Терапевтическое и репродуктивное клонирование, технологические трудности и ограничения. Клонирование генов. ДНК-диагностика. Генетическое тестирование. Генетическая диагностика (определение предрасположенности, подбор лекарственной терапии). Подбор индивидуальных норм и способов лечения с учетом генетического профиля пациента. Выявление индивидуальной подверженности профессиональным и средовым факторам риска. Генная терапия. Основные подходы к устранению генных дефектов посредством генотерапии (введение нормальной копии гена, угнетение избыточной экспрессии гена, усиление иммунного ответа организма). Способы доставки нормального гена в организм, векторные системы. Биоэтические проблемы генотерапии.*

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Разработка новых лекарственных средств и редактирование генома организмов	2
2-4	2	Определение нуклеотидных последовательностей. Клонирование фрагментов ДНК	6
5-6	3	Использование трансгенных растений как биореакторов для получения лекарственных и других биологически активных веществ	4
7-8	4	Методы клеточной инженерии применительно к животным клеткам	4
9-10	5	Основные направления развития медицинской биоинженерии в “постгеномную эру”. Биомишени и основные подходы к их поиску. Этические проблемы, связанные с использованием человека как биообъекта	4
		Итого:	20

4.4 Курсовая работа (8 семестр)

1. Методы амплификации нуклеиновых кислот. Модификации метода полимеразно-цепной реакции. Детекция продуктов амплификации.
2. Секвенирование нуклеиновых кислот (методы Максама-Гилберта, Сэнгера). Секвенирование нуклеиновых кислот с использованием микрочиповых технологий. Пиросеквенирование, полонисеквенирование, секвенирование с помощью нанопор.

3. Анализ генома и возможность создания искусственной ДНК и искусственной клетки. Создание банков данных нуклеотидных последовательностей геномов разных организмов. Программы по расшифровке генов различных организмов.
4. Возникновение постгеномной эры биологии (биоинформатика, функциональная геномика: транскриптомика, протеомика)
5. Проблемы генетической безопасности. Научные и этические проблемы биоиженерии.
6. Государственный контроль и регулирование в области генно-инженерной деятельности и использования ГМО и полученных из них продуктов. Методы оценки на биобезопасность.
7. Трансгенез растений. Векторы. Основные стратегии. Методы введения трансгенов и отбора трансгенных организмов. Методы культивирования клеток и тканей растений. Примеры трансгенных растений с ценными свойствами.
8. Современные достижения в области генетической инженерии при создании принципиально новых форм сельскохозяйственных растений, устойчивых к биотическим (насекомым, грибам, бактериям, вирусам) и абиотическим факторам, к гербицидам и инсектицидам, растений с улучшенным аминокислотным составом запасных белков.
9. Трансгенез животных. Векторы. Основные стратегии. Методы выделения и культивирования клеток животных. Методы введения трансгенов и отбора трансгенных организмов. Стволовые клетки и клонирование. Характеристика. Классификация. Перспективы применения.
10. Применение инженерных принципов в работе с биологическими системами. Перспективы и значение целенаправленного изменения биологических объектов. Основные достижения отечественной биоинженерии.
11. Клеточная инженерия как раздел современной биотехнологии. Реконструкция клеток путем слияния клеточных фрагментов. Методы гибридизации клеток и работа с изолированными протопластами.
12. Утилизация сельскохозяйственных отходов с помощью методов биоинженерии. Биоэнергетика.
13. Молекулярно-генетическое маркирование признаков и свойств биологических объектов. Репортерные гены.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Клунова, С. М. Биотехнология : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Биология" / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. - Москва : Академия, 2010. - 256 с.

2. Пак, И. В. Введение в биотехнологию : учебное пособие : / И. В. Пак, О. В. Трофимов, О. А. Величко ; Тюменский государственный университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Тюмень : Тюменский государственный университет, 2018. – 160 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567615 (дата обращения: 21.04.2026).

5.2 Дополнительная литература

1. Коничев, А. С. Молекулярная биология : учеб. для пед. вузов - М. : Академия, 2005. – 400 с.

2. Албертс Б. Молекулярная биология клетки Т. 1 / Б. Албертс. - М.:Мир, 1994 – 521 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=40085

3. Гончаренко, Г. Г. Основы генетической инженерии : учеб. пособие - Минск : Вышэйш. шк., 2005. - 184 с.

4. Баженова, И. А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика [Текст] : учебное пособие / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова.- 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 140 с.

5. Калмыкова, М. С. Основы полимеразной цепной реакции с разными форматами детекции [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / М. С. Калмыкова, М. В. Калмыков, Р. В. Белоусова.- 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 77 с.

5.3 Периодические издания

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

3. Прикладная биохимия и микробиология : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН. – ISSN 0555-1099, 2017-2020 г.

5.4 Интернет-ресурсы

1. Биоинформатика, геномика, протеомика, биософт, имейджинг. Научный портал по биоинформатике. Режим доступа: http://www.bioinformatix.ru/
2. Онлайновая версия научно-популярного проекта «Элементы», целью которого является популяризация науки. Режим доступа: http://elementy.ru/
3. Научно-популярный сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии. Режим доступа: http://biomolecula.ru/
4. Научно-популярный журнал «Мембрана» – площадка для обмена информацией о технологиях, которые меняют жизнь, посвященная победам науки, достижениям техники, прорывам в дизайне, открытиям в медицине, успехам в бизнесе. Режим доступа: http://www.membrana.ru/
5. https://stepik.org/course/94/promo?search=4008138199 - «Stepik», каталог курсов МООК: «Биотехнологии: генная инженерия»
7. https://stepik.org/course/70/promo?search=8781199920 - «Stepik», каталог курсов МООК: «Молекулярная биология и генетика»
8. https://www.lektorium.tv/genetics - «Лекториум», МООК: «Генетика»
9. https://postnauka.org/courses/50079 - Образовательная платформа ПостНаука, онлайн-курс «Работа генов».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

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