Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биохимии и микробиологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.23 Биоинженерия»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
(код и наименование специальности)

Биоинженерия
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация
Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения
Очная

Год набора 2025

2201471

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.23 Биоинженерия*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии
наименование кафедры

протокол № 7 от "20" февраля 2025г.

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

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

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика _____ Е.С. Барышева
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

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

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

№ регистрации _____

© Давыдова О.К., 2025
© ОГУ, 2025

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 базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.18 Квантовая химия и строение молекул, Б1.Д.Б.21 Цитология, гистология и биология развития, Б1.Д.Б.22 Биохимия патологических процессов*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.24 Базы данных и основные методы биоинформатики, Б1.Д.Б.27 Генная инженерия, Б1.Д.Б.33 Инженерная энзимология, Б1.Д.В.Э.6.1 Молекулярная генетика и болезни человека*

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
ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ОПК-2-В-2 Демонстрирует навыки проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики с учетом специализированных фундаментальных знаний	**Знать:** - основные направления биоинженерии; **Уметь:** - излагать основные принципы и закономерности биоинженерии и сущность современных научных проблем; **Владеть:** - методологическими подходами, необходимыми для получения и изучения рекомбинантных организмов;
ОПК-4 Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с	ОПК-4-В-1 Демонстрирует навыки использования методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых фундаментальных знаний ОПК-4-В-2 Применяет методы биоинженерии и биоинформатики для	**Знать:** - актуальные проблемы современной биоинженерии; **Уметь:** - формулировать задачи

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования	получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами ОПК-4-В-3 Демонстрирует навыки проведения анализа и интерпретации результатов исследования с целью определения практической значимости исследования	исследований в биоинженерии, выбирать методы экспериментальной работы и интерпретировать результаты научных экспериментов; **Владеть:** - навыками работы с научной и учебной литературой;
ОПК-5 Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа	ОПК-5-В-1 Использует информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другую биологическую информацию ОПК-5-В-2 Демонстрирует навыки владения основными биоинформатическими средствами анализа геномной, структурной и иной информации	**Знать:** - возможности применения биоинформатики в молекулярной биологии и других дисциплинах; **Уметь:** - получать необходимые знания в базах данных по структуре геномов, белков и другой информации для решения задач в области биоинформатики; **Владеть:** - методами использования имеющихся баз данных и созданием новых, а также инструментов, применяемых для работы с ними.
ОПК-6 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-6-В-1 Использует навыки создания компьютерных программ, баз данных и иные программных продуктов, используемых в биоинженерии и биоинформатике	**Знать:** - современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований; **Уметь:** - использовать компьютерные программы для анализа особенностей структурной организации макромолекул; **Владеть:** - способностью самостоятельно

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		применять современные компьютерные технологии.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**252**	**252**
Контактная работа:	**86,5**	**86,5**
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
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 лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**165,5** +	**165,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в биоинженерию	20	2	2	-	16
2	Геномика и протеомика	26	4	4	2	16
3	Создание банков данных нуклеотидных последовательностей геномов разных организмов и моделирование структур биополимеров	26	4	4	2	16
4	Методы обнаружения и прочтения	30	4	4	4	18

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	нуклеотидных последовательностей					
5	Принципы клонирования фрагментов ДНК	30	4	4	4	18
6	Клеточная инженерия растений	28	4	4	2	18
7	Клеточная инженерия животных	28	4	4	2	18
8	Основы биоинженерии человека	24	4	4	-	16
9	Биоинженерные методы сохранения природных ресурсов	20	2	2	-	16
10	Правовое регулирование в области биоинженерии. Правовые основы биоэтики	20	2	2	-	16
	Итого:	252	34	34	16	168
	Всего:	252	34	34	16	168

.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. **Геномика и протеомика**. *Геномика и протеомика в разработке новых лекарственных средств. Биообъекты как средство получения лекарственных, профилактических и диагностических препаратов. Совершенствование биообъектов методами генной инженерии. Технологии рекомбинантных ДНК. Редактирование генома. Функциональная, структурная и практическая протеомика. Базы данных по протеомике.*

3. **Создание банков данных нуклеотидных последовательностей геномов разных организмов и моделирование структур биополимеров.** *Базы данных нуклеотидных и белковых последовательностей. Базы данных, содержащие функциональные данные. Работа с базами данных биологических текстов. Поиск последовательностей. Он-лайн инструменты для обработки генетических последовательностей. Алгоритмы поиска и обработки информации, содержащейся в биологических текстах. Сравнение последовательностей. Программное обеспечение для выравнивания последовательностей. BLAST. Поиск гомологичных последовательностей. Построение филогенетических деревьев. Анализ и предсказание структуры биологических молекул. Структура белков и нуклеиновых кислот.*

4. Методы обнаружения и прочтения нуклеотидных последовательностей. *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.*

5. Принципы клонирования фрагментов ДНК. *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. Клонирование фрагментов в определенной ориентации. Дефосфорилирование ДНК. 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.

6. 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.*

7. 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.*

8. 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. Биоинженерные методы в реабилитационной медицинеТеории биосовместимости медицинских материалов. Процессы деструкции медицинских материалов. Инженерные конструкции имплантов. Клеточная терапия болезней костей и*

суставов. Биоинженерные методы в создании искусственных органов. Эксперименты по выращиванию трахеи, почек, печени и других органов вне организма. Создание искусственной крови. Биоинженерия выращивания зубов. Использование биоинженерных технологий в космецевтике. Разработка биоинженерной кожи. Перспективы имплантации наноустройств в организм человека. Использование наночастиц для адресной доставки лекарственных средств к конкретным типам клеток. Вопросы безопасности наноматериалов и нанотехнологии для здоровья человека.

9. Биоинженерные методы сохранения природных ресурсов. *Молекулярно-генетические методы оценки генетического полиморфизма видов растений и животных. Сохранение генофонда организмов (коллекции и генные банки). Сохранение уникальных генотипов растений и штаммов-продуцентов в культуре клеток. Особенности криоконсервации клеточных линий. Криоконсервация половых клеток и эмбрионов. Криоконсервация семян.*

10. Правовое регулирование в области биоинженерии. Правовые основы биоэтики. *Нормативные документы. Всеобщая декларация о геноме человека и правах человека (ЮНЕСКО,1997); Всеобщая декларация о биоэтике и правах человека (ЮНЕСКО, 2005); Декларация о клонировании человека (ООН, 2005).*

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Конструирование рекомбинантных ДНК и введение их в клетку	2
2	3	Базы данных и инструменты для обработки генетических последовательностей	2
3	4	Методы секвенирования, гибридизации и блоттинга	4
4	5	Принципы молекулярного клонирования ДНК *in vivo* и *in vitro*	4
5	6-7	Создание компетентных клеток и методы трансформации	4
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1-2	Разработка новых лекарственных средств и редактирование генома организмов	6
2	3	Работа с базами данных белковых и нуклеотидных последовательностей	4
3	4	Определение нуклеотидных последовательностей	4
4	5	Клонирование фрагментов ДНК	4
5	6	Использование трансгенных растений как биореакторов для получения лекарственных и других биологически активных веществ	4
6	7	Методы клеточной инженерии применительно к животным клеткам	4
7	8	Основные направления развития медицинской биоинженерии в “постгеномную эру”. Биомишени и основные подходы к их поиску. Этические проблемы, связанные с использованием человека как биообъекта	4
8	9	Технологии биоремедиации и биодеградации. Преимущества биоинженерии в экологическом аспекте перед традиционными технологиями. Потенциальные опасности при работе с рекомбинантными и трансгенными организмами	2
9	10	Этические и юридические проблемы биоинженерии	2
		Итого:	34

4.5 Курсовая работа (6 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, полони-секвенирование, 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. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия : учеб. пособие для вузов - Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2010. - 514 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=57527

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://www.lektorium.tv/molecular-biology - «Лекториум», МООК: «Молекулярная биология»
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. Пакет офисных приложений LibreOffice[1]
2. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.
2. Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.
3. Для проведения лабораторных занятий используется лаборатории 2312-2313 оснащенные следующим оборудованием: спектрофотофлуориметр «Флюорат-02-Панорама», термоциклер

1 Включает в себя текстовый процессор для всех видов документов Writer, табличный процессор Calc, программу для создания презентаций Impress, векторный графический редактор для создания блок-схем и диаграмм Draw, редактор формул Math, компонент, предназначенный для создания баз данных Base.

«Терцик», устройство для флюоресцентной детекции результатов ПЦР «Джин», камера для горизонтального электрофореза в агарозном геле «Helikon», микроволновая печь для плавления агарозы «Samsung», источник постоянного тока «ДНК-Технология», ультрафиолетовый транслюминатор «Vilber Lourmat», а также цифровая фотокамера и компьютер с соответствующим программным обеспечением для обработки результатов, набор кварцевых кювет, микродозаторы.

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

5.