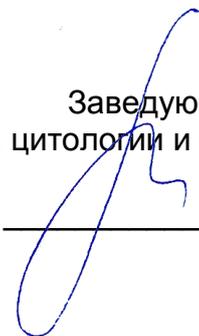


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
генетики, цитологии и биоинженерии

  
В.Н. Попов  
06.04.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.05.01 Генетическая инженерия и биобезопасность**

1. Код и наименование направления подготовки: 06.03.01 Биология
2. Профиль подготовки: Генетика
3. Квалификация выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: генетики, цитологии и биоинженерии
6. Составители программы: Сыромятников М.Ю., к.б.н., доц.
7. Рекомендована: НМС медико-биологического факультета 21.03.2022, протокол № 2
8. Учебный год: 2025-2026 Семестр(ы)/Триместр(ы): 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: обеспечение теоретической подготовки бакалавров к системному восприятию молекулярно-биологических методов исследования в современной биологии, овладению обучающимися практических навыков лабораторной работы, необходимых для последующей профессиональной деятельности.

### Задачи учебной дисциплины:

ознакомление бакалавров с основными кластерами теоретических знаний генетической инженерии, а также с наиболее актуальными и перспективными методами исследования в этой области.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Генетическая инженерия и биобезопасность» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам	ПК-2.1	Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана работы	Знать: теоретические основы генетической инженерии Уметь: применять полученные знания для поиска решения практических задач в области генетической инженерии Владеть: навыками проведения отдельных видов исследований по стандартным методикам
ПК-4	Способен проводить научные исследования в области генетики с применением современных методов и оборудования по актуальной проблеме	ПК-4.6	Выполняет работы по генотипированию у различных организмов для целей селекции и медицины	Знать: о последних достижениях в области применения имеющихся знаний о геноме бактерий Уметь: использовать современные молекулярно-генетические методы изучения структуры и функций генома Владеть: теоретическими знаниями о геноме бактерий

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 8/108.

Форма промежуточной аттестации зачет

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			8 семестра
Аудиторные занятия		40	40
в том числе:	лекции	20	20
	практические		
	лабораторные	20	20
Самостоятельная работа		68	68
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – час.)			
Итого:		108	108

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Генная инженерия: предмет, цели и задачи.	Исторические предпосылки и основные достижения, предопределившие возникновение и быстрое развитие генной инженерии. Основные принципы, на которых базируется генно-инженерная технология. Основные этапы развития генной инженерии. Современная стратегия генной инженерии. Схема типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК. Использование методологии генной инженерии при решении задач различных областей биологии. Генно-инженерная биотехнология. Использование достижений генной инженерии в сельском хозяйстве и медицине. Проблемы безопасности при работе с рекомбинантными ДНК и при создании трансгенных организмов. Этические проблемы клонирования животных и человека.	
1.2	Ферменты генной инженерии	Рестрикционные эндонуклеазы. Классификация и номенклатура рестриктаз. Специфичность рестриктаз. Использование рестриктаз для конструирования рекомбинантных молекул <i>in vitro</i> . Сайты рестрикции как генетические маркеры. Использование рестриктаз для физического картирования, анализа полиморфизма ДНК, штаммоспецифической характеристики вирусов и бактерий, идентификации плазмид. Использование сайтов рестрикции в качестве точек отсчета при секвенировании. ДНК- и РНК-лигазы фага Т4. ДНК-полимеразы из различных источников; их свойства и применение. ДНК-полимераза I из <i>E.coli</i> . Фрагмент Кленова ДНК-полимераза I. ДНК-полимераза фага Т4. Термостабильные ДНК-полимеразы. Обратные транскриптазы (РНК-зависимые ДНК-полимеразы). Поли (А)-полимеразы. Дезоксирибонуклеазы. Нуклеаза Bal31. Рибонуклеазы. Рибонуклеаза H. Терминальная дезоксиинуклеотидилтрансфераза. Полиинуклеотидкиназа фага Т4. Терминаза фага λ. Щелочные фосфатазы. Топоизомеразы.	
1.3	Методы генной инженерии		
1.4	Векторная система	Строение клеточной стенки грамотрицательных	

	грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i> .	бактерий. Сферопласты и компетентные клетки. Плаزمиды pSC101 – первая векторная плаزمиды. Свойства плазмиды ColE1 и векторов на ее основе (серии векторов pBR и pUC). Векторы внедрения и векторы замещения. Векторы на основе фага лямбда. Космидные вектора. Библиотеки и энциклопедии генов.	
1.5	Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i> .	Строение клеточной стенки грамположительных бактерий. Модели трансформации компетентных клеток <i>B. subtilis</i> . Природная амплификация генов грамположительных бактерий. Свойства интегративных векторов грамположительных бактерий.	
1.6	Клонирование эукариотических генов в клетках прокариот.	Сходства и различия транскрипционного и трансляционного аппарата прокариот и эукариот. Факторы, обеспечивающие правильную трансляцию эукариотических генов в клетках прокариот.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1			
2.2			
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1	Генная инженерия: предмет, цели и задачи.		
3.2	Ферменты генной инженерии		
3.3	Методы генной инженерии	<p>Организация и принципы работы в молекулярно-биологические лаборатории для биомедицинских исследований.</p> <p>Приготовление растворов для выделения и анализа нуклеиновых кислот</p> <p>Выделение ДНК</p> <p>Электрофорез ДНК и РНК</p> <p>Выделение РНК</p> <p>Проведение обратной транскрипции с олиго-(dt) праймерами</p> <p>Постановка полимеразной цепной реакции</p> <p>Электроэлюция ДНК из геля</p> <p>Химическая элюция</p> <p>Лигирование выделенного фрагмента в вектор pAL2-T</p> <p>Получение химически компетентных клеток <i>E. coli</i>.</p> <p>Трансформация бактерий <i>E. coli</i> тепловым шоком</p> <p>Электропорация бактерий</p> <p>Скрининг трансформантов с помощью ПЦР с колоний</p> <p>Бело-голубой скрининг трансформантов</p> <p>Выделение плазмидной ДНК</p> <p>Секвенирование фрагмента в плазмиде</p> <p>Верификация секвенированной последовательности</p>	
3.4	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i> .		
	Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i> .		
	Клонирование эукариотических генов в клетках прокариот.		

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Генная инженерия: предмет, цели и задачи.	4		0	2	6
2	Ферменты генной инженерии	6		0	30	36
3	Методы генной инженерии	0		20	20	40
4	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i> .	4		0	6	10
5	Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i> .	4		0	6	10
6	Клонирование эукариотических генов в клетках прокариот.	2		0	4	6
	Итого:	20		20	68	108

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:** Виды учебной работы и последовательность их выполнения:

- аудиторная: лекции, лабораторные занятия – посещение в соответствии с учебным расписанием;

- самостоятельная работа: изучение теоретического материала для сдачи зачета;

Прохождение промежуточной аттестации – зачет.

Дисциплина реализуется с применением дистанционных технологий.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия / С. Н. Щелкунов. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 514 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии / В.Н. Рыбчин. - СПб : Издательство СПбГТУ, 2002. – 522 с.
2	Маниатис Т. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж.Сэмбрук. - М.: Мир, 1984. – 480 с.
3	Кучук Н.В. Генетическая инженерия высших растений / Н.В. Кучук. -Киев: Наукова думка, 1997. – 152 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>
2	Электронный университет - <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a>

### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

Электронный университет (<https://edu.vsu.ru>).

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля): специализированная мебель, проектор, ноутбук с возможностью подключения к сети «Интернет», экран настенный, ноутбук с возможностью подключения к сети «Интернет», шкаф с вытяжным устройством малый, микроскопы, микроцентрифуга, амплификатор, дозаторы, камера для горизонтального электрофореза, центрифуга, термостат WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 187
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Помещение для самостоятельной работы	Компьютерный класс: специализированная мебель, компьютерная техника (компьютеры, принтер, сканер) с возможностью подключения к сети "Интернет" WinPro 8, OfficeSTD, Google Chrome, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 40/3
	Компьютерный класс: специализированная мебель, компьютерная техника (компьютеры, принтер, сканер) с возможностью подключения к сети "Интернет" WinPro 8, OfficeSTD, Google Chrome, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 40/5
	Компьютерный класс: специализированная мебель, компьютерная техника (компьютеры, принтер, сканер) с возможностью подключения к сети "Интернет" WinPro 8, OfficeSTD, Google Chrome, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 67
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	ноутбук, проектор	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 184а

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Генная инженерия: предмет, цели и задачи.	ПК-2	ПК-2.1	
2.	Ферменты генной инженерии	ПК-2	ПК-2.1	
3.	Методы генной инженерии	ПК-2 ПК-4	ПК-2.1 ПК-4.6	Практические задания
4.	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i> .	ПК-2	ПК-2.1	
	Генно-инженерная система грамположительных бактерий	ПК-2	ПК-2.1	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	рода <i>Bacillus</i> .			
	Клонирование эукариотических генов в клетках прокариот.	ПК-2	ПК-2.1	
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				КИМ

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практических заданий

#### Пример практического задания.

Тема: **Лигирование выделенного фрагмента в вектор pAL2-T**

1. Произвести очистку свежеприготовленного ПЦР-продукта с помощью колоночных наборов для выделения ДНК из реакционных смесей или путем фенольной экстракции с последующим переосаждением этанолом.

2. В стерильной пробирке на 0,2 мл приготовить реакционную смесь, смешивая реагенты в порядке, указанном ниже. Объем реакции 10 мкл:

Компонент	Стандартная реакция
Стерильная вода	до 10 мкл
5X Quick ligation буфер	2 мкл
pAL2-T вектор (50 нг/мкл)	1 мкл
ПЦР-продукт (100-1000 нг)	X мкл*
Quick-TA T4 ДНК лигаза	1 мкл

\*X мкл – объем рассчитывается в пересчете на массу, указанную в скобках

3. Перемешать компоненты реакции мягким пипетированием, сбросить капли со стенок пробирки путем импульсного откручивания.

4. Инкубировать смесь при комнатной температуре в течение 10-15 минут.

5. Заморозить смесь на -20°C после окончания реакции.

### 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Примерный список вопросов к зачету

1. Сформулируйте основные этапы типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК.

2. Опишите методы селекции клонов, содержащих вставку нужной длины. Виды селективных маркеров для селекции, принципы их использования.

3. Укажите две ферментативные активности, которыми обладают RM-системы, и две основные функции, которые они выполняют в клетках бактерий.

5. Укажите причины проявления природной амплификации генов в клетках грамположительных бактерий.

6. Укажите принципиальные отличия при создании и клонировании молекулярных векторов для грамотрицательных и грамположительных бактерий.

7. Какие процессы функционирования бактериальных клеток изучают с помощью генно-инженерных систем грамположительных бактерий?

8. Укажите все методы плазмидной трансформации клеток прокариот.
9. Укажите условия, при которых возможна экспрессия чужеродных генов в клетках *E.coli*.
10. Какие факторы обеспечивают правильную экспрессию клонированных эукариотических генов в клетках бактерий.
11. Нарисуйте схему случайного введения линкерной молекулы в молекулу кольцевой плазмидной ДНК.
12. Определите факторы, позволившие успешно конструировать штаммы-продуценты первичных метаболитов, таких как аминокислоты и витамины, на основе *E.coli*.
13. Сформулируйте основу методического подхода клонирования эукариотических генов, имеющих экзон-интронную структуру.