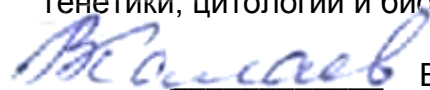


МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И. о. заведующий кафедрой  
генетики, цитологии и биотехнологии



В.Н. Калаев  
05.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.05.02 Генетически модифицированные организмы и проблема  
биобезопасности**

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 биотехнологии
6. Составители программы: Сыромятников М.Ю., к.б.н., доц.
7. Рекомендована: НМС медико-биологического факультета 29 мая 2023, протокол № 4
8. Учебный год: 2026-2027 Семестр(ы)/Триместр(ы): 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:* изучение вопросов создания и использования ГМО, рисков и биобезопасности в связи с распространением ГМО в мире.

*Задачи учебной дисциплины:*

- дать современные представления о целях и способах создания ГМО;
- показать риски, возникающие в связи с выращиванием ГМО и использованием продуктов их переработки;
- сформировать научно-обоснованное социально ответственное отношение к проблеме ГМО.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Генетически модифицированные организмы и проблема биобезопасности» 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<br><br>Уметь: применять полученные знания для поиска решения практических задач в области генетической инженерии<br><br>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<br><br>Уметь: использовать современные молекулярно-генетические методы изучения структуры и функций генома<br><br>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           | 32           |

|  |              |     |     |
|--|--------------|-----|-----|
|  | практические |     |     |
|  | лабораторные | 20  | 16  |
| Самостоятельная работа                               |              | 68  | 68  |
| в том числе: курсовая работа (проект)                |              |     |     |
| Форма промежуточной аттестации<br>(экзамен – 36час.) |              |     |     |
| 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                            | Принципы и методы создания генномодифицированного сырья   | Введение в дисциплину. Основные термины и понятия в области генномодифицированного сырья и продуктов питания. Основы генно-инженерной деятельности. Создание генно-модифицированных растений, животных, микроорганизмов.   |   |
| 1.2                            | Методы идентификации ГМО  |  |   |
| 1.3                            | Проблемы безопасности использования ГМО. Международная и государственная регламентация биобезопасности. | Проблемы безопасности получения ГМО. Проблемы безопасности использования ГМО Международная и государственная регламентация биобезопасности.  |   |
| <b>2. Практические занятия</b> |   |  |   |
| 2.1                            |   |  |   |
| 2.2                            |   |  |   |
|                                |   |  |   |
| <b>3. Лабораторные занятия</b> |   |  |   |
| 3.1                            | Принципы и методы создания генномодифицированного сырья   | Выделение нуклеиновых кислот. Векторные системы. Электропорация. Химическая трансформация. Скрининг. Выделение плазмид.  |   |
| 3.2                            | Методы идентификации ГМО  | Рассмотрение принципов, сущности метода и порядка проведения ПЦР для идентификации ГМИ (на основе нормативных документов – ГОСТ и МУК по методам идентификации). Рассмотрение принципов, сущности химического метода и порядка его проведения для идентификации ГМИ (на основе нормативных документов – ГОСТ и МУК по методам идентификации). Рассмотрение принципов, сущности иммунологического метода и порядка его проведения для идентификации ГМИ (на основе нормативных документов – ГОСТ и МУК по методам идентификации). |   |
| 3.3                            | Проблемы безопасности использования ГМО. Международная и государственная регламентация биобезопасности. | Методы идентификации ГМО продуктов. Преимущества и недостатки генетически модифицированных организмов.   |   |

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

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) |              |              |                 |       |
|-------|--|---------------------------------|--------------|--------------|-----------------|-------|
|       |  | Лекции                          | Практические | Лабораторные | Самостоятельная | Всего |

|   |   |    |  |    |        |     |
|---|---|----|--|----|--------|-----|
|   |   |    |  |    | работа |     |
| 1 | Принципы и методы создания генномодифицированного сырья   | 16 |  |    | 20     | 36  |
| 2 | Методы идентификации ГМО  |    |  | 20 | 18     | 38  |
| 3 | Проблемы безопасности использования ГМО. Международная и государственная регламентация биобезопасности. | 4  |  |    | 30     | 34  |
|   | 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     | Ермишин А. П. Генетически модифицированные организмы и биобезопасность : монография / А.П. Ермишин .— Минск : Белорусская наука, 2013 .— 172 с. - <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=231206">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=231206</a> >.                       |
| 2     | Биотехнология. В 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум / под общ. ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 213 с. — URL: <a href="http://www.biblio-online.ru/book/305700E9-3B5B-446A-AD85-75799CD7F74A">www.biblio-online.ru/book/305700E9-3B5B-446A-AD85-75799CD7F74A</a> . |

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<br>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"<br>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"<br>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"<br>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.   | Принципы и методы создания генномодифицированного сырья   | ПК-2           | ПК-2.1                              |                                 |
| 2.   | Методы идентификации ГМО  | ПК-2<br>ПК-4   | ПК-2.1<br>ПК-4.6                    | Практические задания            |
| 3.   | Проблемы безопасности использования ГМО. Международная и государственная регламентация биобезопасности. | ПК-2           | ПК-2.1                              |                                 |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля – зачет |   |                |                                     | Комплект разноуровневых заданий |

## 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.**

Методы идентификации ГМО

1. Рассмотрение принципов, сущности метода и порядка проведения ПЦР для идентификации ГМИ (на основе нормативных документов – ГОСТ и МУК по методам идентификации)
2. Рассмотрение принципов, сущности химического метода и порядка его проведения для идентификации ГМИ (на основе нормативных документов – ГОСТ и МУК по методам идентификации).
3. Рассмотрение принципов, сущности иммунологического метода и порядка его проведения для идентификации ГМИ (на основе нормативных документов – ГОСТ и МУК по методам идентификации).

## **20.2. Промежуточная аттестация**

Разноуровневые задания:

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Выбрать правильный ответ:

Наука о наследственности и изменчивости — это ...

- А. Биология
- Б. Цитология
- В. Генетика
- Г. Вирусология

Генная инженерия зародилась в:

- А. 1970 г.
- Б. 1972 г.
- В. 1974 г.
- Г. 1982 г.

Методы исследования, применяемые в цитологии:

- А. микроскопические и биохимические
- Б. цитогенетический и моделирования
- В. гистохимические и микроургии
- Г. генеалогический и микроскопические
- Д. дифференциальное центрифугирование и цитогенетический

Функции ядра:

- А. синтез специфических белков
- Б. хранение и передача генетической информации
- В. реализация генетической информации
- Г. синтез полисахаридов
- Д. регуляция процессов жизнедеятельности клетки

Генетический аппарат вирусов представлен:

- А. ДНК
- Б. РНК
- В. комплексом ДНК и РНК
- Г. комплексом ДНК и белка
- Д. комплексом РНК и белка

Нуклеоид — это:

- А. «хромосома» прокариот

- Б. хромосома эукариот
- В. кольцевая молекула ДНК, образующая комплекс с белками гистонами
- Г. кольцевая молекула ДНК, образующая комплекс с негистоновыми белками
- Д. мономер нуклеиновой кислоты

Цели генной инженерии:

- А. преодоление межвидовых барьеров
- Б. передача отдельных наследственных признаков одних организмов другим
- В. способность набирать «человеческие» белки
- Г. все верно

Свойства гена:

- А. стабильность и лабильность
- Б. целостность и плеiotропность
- В. целостность, специфичность и однозначность
- Г. дискретность и неспецифичность
- Д. специфичность, триплетность и универсальность

Основные этапы генной инженерии:

- А. получение необходимого генетического материала
- Б. построение генетической карты хромосомы
- В. расшифровка порядка нуклеотидов участка ДНК и создание рекомбинантной ДНК
- Г. отбор трансформированных клеток
- Д. включение рекомбинантной молекулы ДНК в хромосому

Будущее генной инженерии базируется на следующих достижениях молекулярной биологии:

- А. возможности переноса генетической информации у эукариот половым путем
- Б. получении модификаций с помощью химических мутагенов
- В. секвенировании генов
- Г. замене дефектных генов
- Д. включении в геном человека искусственно синтезированных генов

Белки, конденсирующие хроматин при делении клеток

- А. когезины
- Б. гистоны
- В. циклины
- Г. конденсины
- Д. тубулины

Названия комплексов:

- А. Реплисома (комплекс репликативной вилки);
- Б. ДНК-лигаза;
- В. РНК-полимераза;
- Г. Рибосома;
- Д. Нуклеаза Cas9;

CRISPR в прокариотической клетке выполняет функцию:

- А. Противовирусной защиты
- Б. Репликации ДНК
- В. Устойчивости к антибиотикам
- Г. Устойчивости к факторам окружающей среды

Сущность процесса трансляции заключается:

- А. В синтезе молекулы видоспецифичного белка
- Б. В синтезе тРНК
- В. В удвоении молекулы ДНК
- Г. В синтезе иРНК

В состав рнк входят азотистые основания:

- А. Гуанин
- Б. Аденин
- В. Урацил
- Г. Тимин
- Д. Глицин

Функция РНК в клетке:

- А. Запасающая
- Б. Энергетическая
- В. Сократительная
- Г. Участие в биосинтезе белка

Для доставки нуклеиновых кислот в клетке не может быть использован:

- А. Аденоассоциированный вирус
- Б. Аденовирус
- В. Вирус Эпштейна-Барр
- Г. Лентивирус

К методу геномного редактирования относят:

- А. ПЦР
- Б. ПДРФ
- В. CRISPR-Cas9
- Г. NGS

Лентивирусные векторы отличаются:

- А. Высокой пакующей емкостью
- Б. Инсерционным мутагенезом
- В. Транзиторной экспрессией
- Г. Тропизмом к определенным клеткам

Определенная мутация в гене CCR5 делает человека не восприимчивым к:

- А. Бледной трепонеме
- Б. Вирусу гепатита С
- В. Вирусу гриппа
- Г. Вирусу иммунодефицита человека

Под редактированием оснований понимают метод геномного редактирования, позволяющий:

- А. Внести индел в последовательность ДНК
- Б. Внести одонуклеотидную замену в ДНК
- В. Интегрировать фрагмент гена
- Г. Удалить экзон из ДНК

Участки транскриптона, активирующие или дезактивирующие РНКполимеразу через транскрипционные факторы у эукариот:

- А. энхансеры
- Б. промоторы
- В. терминаторы
- Г. сайленсеры
- Д. домен Прибнова

Гомеозисные гены:

- А. кодируют факторы транскрипции
- Б. кодируют РНК-полимеразы
- В. контролируют формирование структур тела в развитии
- Г. кодируют белки типа «лейциновая молния» кодируют гистоны



Энхансер:

- А. имеется только у эукариот
- Б. входит в состав промотора
- В. обладает ткане- и видоспецифичностью
- Г. активен только вблизи кодирующей части гена
- Д. связывается с белком-активатором

Репарация ДНК происходит:

- А. в G0-периоде клеточного цикла
- Б. в G1-периоде
- В. в S-периоде
- Г. в G2-периоде
- Д. во всех перечисленных выше периодах

У любого человека в течение жизни в норме может изменяться:

- А. Количество хромосом
- Б. Количество генов
- В. Последовательность нуклеотидов генов, кодирующих белки
- Г. Последовательность нуклеотидов не кодирующих участков генома
- Д. Длина теломер хромосом

Резкое увеличение риска развития рака при мутациях генов BRCA обусловлено:

- А. нарушением репарации ДНК
- Б. нарушением репликации ДНК
- В. увеличением количества онкогенов
- Г. нарушением механизмов апоптоза
- Д. увеличением длины теломер хромосом

Генная инженерия, позволяющая исправить генетические ошибки и лечить наследственные заболевания

- А. у человека в настоящее время не возможна:
- Б. будет внедрена в клиническую практику в ближайшем будущем
- В. проходит клинические испытания в настоящее время
- Г. начала применяться уже более 20 лет назад
- Д. применяется только в экспериментах на животных

Учение о способах улучшения генофонда человека:

- А. Геномика
- Б. Транскриптомика
- В. Протеомика
- Г. Эпигенетика
- Д. Евгеника

Геном это:

- А. хромосомный набор данного организма
- Б. набор хромосом и содержащихся в них генов организма или вида
- В. совокупность генов и аллелей данного организма
- Г. совокупность генов, содержащихся в клетке в одинарном наборе ДНК
- Д. последовательность нуклеотидов, содержащаяся в одинарном наборе хромосом и митохондрих клетки

Бактерии это:

- А. Микроорганизмы, не имеющие оформленного ядра
- Б. Относятся к эукариотам
- В. Имеют ядерную оболочку
- Г. Имеют капсид
- Д. Мельчайшие, не видимые в световом микроскопе частицы

Введение рекомбинантных плазмид в бактериальные клетки – это:

- А. Лигирование
- Б. Скрининг
- В. Трансформация
- Г. Рестрикция

Рестрикция – это:

- А. Отбор клонов трансформированных бактерий, содержащих плазмиды, несущие нужный ген человека
- Б. Введение бактериальных плазмид в бактериальную клетку
- В. Разрезание ДНК человека и плазмиды ферментом рестрикционной эндонуклеазой
- Г. Включение фрагментов ДНК человека в плазмиды и сшивание «липких» концов

Основоположником генной инженерии по праву считают:

- А. Вернера Арбера
- Б. Пола Берга
- В. Дэвида Балтимора
- Г. Говарда Темина

Протеомика характеризует состояние микробного патогена:

- А. По ферментативной активности
- Б. По скорости роста
- В. По экспрессии отдельных белков
- Г. По нахождению на конкретной стадии ростового цикла

Развернутые ответы:

- Агробактерии используют для модификации генома:
- Наличие интронов и экзонов не характерно для ДНК:
- С помощью какого метода осуществляют расшифровку первичной структуры ДНК:
- Фермент, который разрезает молекулу ДНК:
- Фермент, который сшивает фрагменты ДНК:
- Какая бактерия стала первым объектом генной инженерии:
- CRISPR в прокариотической клетке выполняет функцию:
- Биологической функцией системы CRISPR-Cas9 является:
- Направляющая РНК используется в методе геномного редактирования:
- Основной проблемой использования CRISPR-Cas9 в эукариотических клетках является:
- У бактерий система CRISPR-Cas9 уничтожает вирус путем:
- Для амплификации фрагментов длиной 10 т.п.н требуется использовать вид ПЦР:
- В ПЦР-лаборатории в качестве средства для деконтаминации используется:
- С какой целью применяются ионы магния в ПЦР?
- Полимераза из какого организма чаще всего используется для проведения ПЦР?
- В эксперименте было показано повышение активности бета-галактозидазы после внесения лактозы в культуральную среду с *E. coli*. Какой участок лактозного оперона становится разблокированным от репрессора в этих условиях?
- Совокупность методов, позволяющих переносить генетическую информацию из одного организма в другой – это:
- Скрининг в генной инженерии это?
- Какой краситель используется для окрашивания одноцепочечной ДНК?
- Укажите, какие ключевые реактивы необходимы для выделения РНК тризольным методом.
- Рассчитайте температуру плавления представленных последовательностей ДНК:  
AGAGTTTGATCCTGGCTCAGAGAGTTTGATCCTGGCTCAG и  
AGTGTGTTTGATCCTGGCTCAAGAGTATGATCCTGGCTGAG. Возможно ли их дифференциация (идентификация) с помощью анализа кривых плавления.
- С помощью какого метода можно увеличить чистоту выделенного препарата ДНК.
- О чем может свидетельствовать наличие двух и более пиков при анализе кривых плавления ПЦР продукта?
- После выделения ДНК соотношение 260/280 было меньше 1.8. Что вы можете предпринять чтобы улучшить качество ДНК.

- С помощью какого метода можно оценивать длины рестрикционных фрагментов?
- В настоящее время активно обсуждается целесообразность получения ГМО. Высказываются диаметрально противоположные точки зрения – от полного неприятия и необходимости запрещения, до признания только положительного значения.
  1. Приведите обоснованные доказательства положительного значения ГМО
  2. Приведите примеры эффективного применения генной модификации в медицине
  3. Какие существуют реальные факты и обоснованные свидетельства возможного вреда ГМО для человека?
  4. Возможно ли дальнейшее развитие и внедрение новых методов получения ГМО нанести вред человеку?

Критерии оценивания:

Отлично – студент набрал 80% от максимального количества баллов за тест и развёрнутые ответы и выше

Хорошо - студент набрал 60-79% от максимального количества баллов за тест и развёрнутые ответы

Удовлетворительно - студент набрал 45-59% от максимального количества баллов за тест и развёрнутые ответы

Неудовлетворительно - студент набрал 44% и менее от максимального количества баллов за тест и развёрнутые ответы