

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»  
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Редактирование генома растений»**

Уровень образования:	высшее образование – программа специалитета
Специальность:	06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
Направленность (профиль):	Биоинженерия

1. **Трудоемкость дисциплины:** 7 з.е.

2. **Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина «Редактирование генома растений» входит в Блок 1. «Дисциплины (модули)», часть, формируемую участниками образовательных отношений «Профессиональная подготовка», трек «Биоинженерия растений» и изучается в 13-18 модулях (7-9 семестры).

3. **Цель дисциплины:** сформировать у студентов базовые знания основ генетики растений, получить ими первичный опыт в области генетических технологий в области генетики растений

4. **Задачи дисциплины**

- Сформировать у студентов комплексные теоретические знания и практические навыки в области современных технологий редактирования генома растений,
- Научить методам разработки и применения систем редактирования генома для создания новых сортов сельскохозяйственных культур с улучшенными характеристиками,
- Сформировать представление об этических и правовых аспектах использования технологий.

5. **Перечень разделов (тем) дисциплины и их краткое содержание:**

В ходе дисциплины будут рассмотрены современные генетическими методы для выполнения научных исследований в области генетики растений. Дисциплина сочетает фундаментальные знания о механизмах редактирования генома с практическими навыками, необходимыми для работы в этой области, а также рассматривает правовые и этические аспекты технологии. В ходе реализации дисциплины будет проведен анализ успешных кейсов, приведены примеры коммерциализации отредактированных сортов, рассмотрена экономическая эффективность технологии, рассмотрены перспективы развития направления.

6. **Образовательные результаты освоения дисциплины**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
ОПК-4. Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования.	ИОПК-4.1 Применяет методы биоинженерии и биоинформатики для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами.
	ИОПК-4.2 Способен выбирать молекулярно-генетические и молекулярно-биологические методы для решения задач профессиональной деятельности.
	ИОПК-4.3 Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств.

## 7. Оценочные и методические материалы

### 7.1. Оценочные материалы для организации текущего контроля

#### Тестовые задания

Какая технология редактирования генома использует гидовую РНК для точного разрезания ДНК?

- а) TALEN.
- б) ZFN.
- в) CRISPR/Cas9.
- г) РНК-интерференция.

Правильный ответ: в) CRISPR/Cas9.

Какой фермент используется в системе CRISPR/Cas9 для разрезания ДНК?

- а) ДНК-лигаза.
- б) ДНК-полимераза.
- в) Эндонуклеаза Cas9.
- г) Рестриктаза.

Правильный ответ: в) Эндонуклеаза Cas9.

Какой из перечисленных методов редактирования генома основан на использовании нуклеаз с цинковыми пальцами?

- а) TALEN.
- б) ZFN.
- в) CRISPR/Cas9.
- г) Транспозиция.

Правильный ответ: б) ZFN.

Какова основная функция гидовой РНК в системе CRISPR/Cas9?

- а) Связывание с белком Cas9.
- б) Направление белка Cas9 к целевой последовательности ДНК.
- в) Репарация разрывов ДНК.
- г) Синтез новой цепи ДНК.

Правильный ответ: б) Направление белка Cas9 к целевой последовательности ДНК.

Какой из перечисленных методов редактирования генома наиболее точен и прост в использовании?

- а) TALEN.
- б) ZFN.
- в) CRISPR/Cas9.
- г) Гомологичная рекомбинация.

Правильный ответ: в) CRISPR/Cas9.

Какой процесс позволяет исправить ошибки, возникающие после разрезания ДНК системой CRISPR/Cas9?

- а) Негомологичное соединение концов (NHEJ).
- б) Гомологичная рекомбинация (HR).
- в) Транскрипция.
- г) Трансляция.

Правильный ответ: а) Негомологичное соединение концов (NHEJ).

Какой метод используется для анализа успешного редактирования генома?

- а) ПЦР.
- б) Электрофорез ДНК.
- в) Секвенирование ДНК.
- г) Все перечисленные.

Правильный ответ: г) Все перечисленные.

### **Контрольные работы**

Контрольные работы направлены на проверку теоретических знаний, практических навыков и способности применять технологии редактирования генома в реальных задачах.

*Контрольная работа №1: Основы редактирования генома*

*Задания:*

Теоретическая часть:

- Опишите принцип работы системы CRISPR/Cas9 и её основные компоненты.
- Сравните технологии CRISPR/Cas9, TALEN и ZFN по точности, сложности применения и эффективности.

Практическая часть:

- Используя предоставленную последовательность ДНК, разработайте гидовую РНК для целевого редактирования гена.
- Опишите возможные последствия (вставки, делеции, мутации) после разрезания ДНК с использованием негомологичного соединения концов (NHEJ).

Применение знаний:

- Предложите стратегию редактирования гена устойчивости к болезням у растения. Какие методы анализа вы будете использовать для проверки успешности редактирования?

*Контрольная работа №2: Применение технологий редактирования генома*

*Задания:*

Теоретическая часть:

- Опишите этические и правовые аспекты использования технологий редактирования генома в сельском хозяйстве.

- Приведите примеры успешных кейсов применения редактирования генома для создания новых сортов растений.

Практическая часть:

- Проанализируйте предоставленные данные секвенирования ДНК и определите, произошло ли успешное редактирование гена.
- Разработайте план эксперимента для создания растения с повышенной урожайностью с использованием технологии CRISPR/Cas9.

*Критерии оценки:*

Полнота и точность теоретического ответа (0–5 баллов).

Корректность выполнения практического задания (0–5 баллов).

## **7.2. Оценочные материалы для организации промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме защиты проекта.

*Проектные задания* охватывают широкий спектр задач, связанных с редактированием генома растений, и направлены на развитие у студентов навыков проектирования, анализа и критического мышления в области генетических технологий.

Проект 1: Создание сорта пшеницы с повышенной устойчивостью к засухе

Задание: Разработать стратегию редактирования генома пшеницы для усиления экспрессии генов, отвечающих за устойчивость к засухе.

Требования:

Описание целевых генов и механизмов их действия.

Подбор гидовых РНК для системы CRISPR/Cas9.

План эксперимента по внедрению и проверке изменений.

Проект 2: Редактирование гена, отвечающего за синтез витамина А в рисе

Задание: Предложить проект по улучшению питательной ценности риса путём редактирования генов, участвующих в синтезе β-каротина.

Требования:

Обоснование выбора целевого гена.

Разработка гидовых РНК и стратегии редактирования.

Анализ возможных побочных эффектов редактирования.

Проект 3: Устойчивость картофеля к фитофторозу

Задание: Разработать проект по редактированию генома картофеля для повышения устойчивости к фитофторозу.

Требования:

Идентификация генов, связанных с устойчивостью к болезни.

Подбор гидовых РНК и описание экспериментального плана.

Оценка эффективности и безопасности полученных растений.

Проект 4: Создание сорта томатов с увеличенным сроком хранения

Задание: Предложить стратегию редактирования генома томатов для замедления процесса созревания и увеличения срока хранения.

Требования:

Описание генов, влияющих на процесс созревания.

Разработка гидовых РНК и схемы редактирования.

План проверки плодов на сохранность и вкусовые качества.

Проект 5: Генетическая модификация кукурузы для устойчивости к вредителям

Задание: Разработать проект по редактированию генома кукурузы для повышения устойчивости к насекомым-вредителям.

Требования:

Идентификация генов, отвечающих за устойчивость к вредителям.

Подбор гидовых РНК и описание экспериментального подхода.

Оценка эффективности и экологической безопасности редактирования.

*Критерии оценки:*

Каждый проект оценивается по следующим критериям в диапазоне 0–10 баллов.

Обоснование проекта (0–3 балла)

- Чёткость формулировки проблемы и её значимости для сельского хозяйства.
- Наличие обоснования выбора целевого гена и стратегии редактирования.
- Связь проекта с современными вызовами в области генетики растений.

Научная достоверность и корректность (0–3 балла)

- Правильность и точность описания генетических механизмов, задействованных в проекте.
- Корректность подбора гидовых РНК или других инструментов редактирования.
- Соответствие методов и подходов современным научным стандартам.

Практическая реализуемость (0–2 балла)

- Чёткость и детализация плана эксперимента (этапы, методы, оборудование).
- Обоснование выбора метода анализа результатов (например, секвенирование, ПЦР).

Этические и правовые аспекты (0–1 балл)

- Учёт этических вопросов, связанных с редактированием генома растений.
- Понимание нормативно-правовой базы, регулирующей использование генетических технологий.

Оформление и презентация проекта (0–1 балл)

- Логичность и структурированность изложения материала.
- Наглядность и качество презентации (графики, схемы, таблицы).

Шкала итоговой оценки:

8–10 баллов: Отлично. Проект полностью отвечает всем критериям, демонстрирует высокий уровень научной и практической проработки.

6–7 баллов: Хорошо. Проект отвечает большинству критериев, но имеет незначительные недочёты.

4–5 баллов: Удовлетворительно. Проект отвечает минимальным требованиям, но содержит существенные недостатки.

0–3 балла: Неудовлетворительно. Проект не соответствует критериям или выполнен небрежно.

### **7.3. Методические рекомендации**

Обучение по дисциплине предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции и практические занятия) и в ходе самостоятельной работы обучающихся. Обучающимся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

Обучение по дисциплине проводится последовательно путем чтения лекций с углублением и закреплением полученных знаний в ходе самостоятельной работы с последующим переводом знаний в умения в ходе практических занятий. На лекциях излагаются лишь основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения вопросы. Теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются на практических занятиях. Практические занятия дисциплины предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций с проведением контрольных мероприятий. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса.