



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГАУ)**

Институт «Казанская академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»
Кафедра биологии, генетики, общей и биологической химии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00861D77F7F654DB91BE53EB1C33DC7D39
Владелец: Дмитриев Андрей Владимирович
Действителен: с 16.07.2026 до 09.10.2027

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
доцент

_____ А.В.Дмитриев
«21» мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Способы направленной модификации генома**

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки
Биотехнология молока и молочных продуктов

Форма обучения
очная

Составитель: доцент
Должность, ученая степень, ученое звание

Камалдинов И.Н.
Ф.И.О.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании кафедры биологии, генетики, общей и биологической химии «08» апреля 2026 года (протокол № 17)

Заведующий кафедрой:
доцент, к.б.н.
Должность, ученая степень, ученое звание

Хисамов Рифат Ринатович
Ф.И.О.

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии института «Казанская академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» «14» апреля 2026 года (протокол № 10)

Председатель методической комиссии:
профессор, д.в.н.
Должность, ученая степень, ученое звание

Асрутдинова Резиля Ахметовна
Ф.И.О.

Согласовано:
Врио директора

Загидуллин Ленар Рафикович
Ф.И.О.

Протокол Ученого совета института № 21 от «18» апреля 2026 года

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, направленность (профиль) «Биотехнология молока и молочных продуктов», обучающийся по дисциплине «Способы направленной модификации генома» должен овладеть следующими результатами:

Код индикатора достижения компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях		
ОПК-1.2	Использует биологические объекты и процессы для решения профессиональных задач в области биотехнологии	Знать Основные системы направленной модификации генома; Молекулярные механизмы репарации ДНК. Генетические конструкции для редактирования микроорганизмов и клеток молочных организмов. Уметь Подбирать методы редактирования генома для улучшения технологических свойств молочнокислых бактерий. Анализировать последствия внесенных геномных модификаций для биобезопасности и качества продукта. Владеть Навыками поиска и критической оценки данных о направленной модификации генома продуцентов молочной продукции. Базовыми подходами к планированию эксперимента по геномному редактированию промышленных штаммов.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части блока ФТД.01 «Факультативным дисциплинам». Изучается в 8 семестре на 4 курсе при очной форме обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана: «Общая биология», «Основы биохимии и молекулярной биологии», «Основы биотехнологии», «Основы генетической инженерии».

Дисциплина является основополагающей для изучения следующих дисциплин и практик: преддипломная практика.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 2 зачетных единиц (з.е.), 72 часов.

Таблица 3.1 - Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий, в часах

Вид учебных занятий	Очное обучение	
	8 семестр	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего, час)	29	
в том числе:		
- лекции, час	14	
в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час		
- практические занятия, час	14	
в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час		
- зачет, час	1	
- экзамен, час		
Самостоятельная работа обучающихся (всего, час)	43	
в том числе:		
- подготовка к практическим занятиям, час	15	
- работа с тестами и вопросами для самоподготовки, час	28	
- выполнение курсового проекта (работы), час		
- подготовка к зачету, час		
- подготовка к экзамену, час		
Общая трудоемкость	час	72
	з.е.	2

4 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 4.1 - Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий
(в академических часах)

№ темы	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, в часах			
		лекции	практические работы	всего аудиторных часов	самостоятельная работа
		очно	очно	очно	очно
1.	Методы направленной модификации генома	8	6	14	20
2.	Генетическая модификация растений	6	8	14	23
Итого		14	14	28	43

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№	Содержаниераздела(темы)дисциплины	Время,ак.час	
		очно	
		всего	в том числе в форме практической подготовки
1	Раздел 1. Методы направленной модификации генома		
	<i>Лекции</i>		
1.1	«Эволюция методов геномного редактирования»	8	
	<i>Практические занятия</i>		
1.2	«Инструменты геномного редактирования»	4	
1.3	Моделировать экспериментов по редактированию генома с помощью <i>CRISPR/Cas9, prime editing, base editing</i> и других современных технологий с помощью искусственного интеллекта	2	
2	Раздел 2. Генетическая модификация растений		
	<i>Лекции</i>		
2.1	«Геномика как основа геномного редактирования»	6	
	<i>Практические занятия</i>		
2.2	«Агробактериальная генетическая трансформация растений»	4	
2.3	«Биобаллистическая и вирусная трансформация»	4	

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Лабораторный практикум по биотехнологии растений : учебное пособие / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян [и др.]. — Москва : Русайнс, 2024. — 239 с.
2. Калашникова, Е. А., Культура тканей и клеток растений. Практикум : учебное пособие / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян, М. Ю. Чередниченко, С. М. Зайцева. — Москва : КноРус, 2023. — 160 с.

Примерная тематика курсовых проектов (работ): Курсовые работы не предусмотрены

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Представлен в приложении к рабочей программе дисциплины «Способы направленной модификации генома»

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Основы биотехнологии : учебное пособие / Н. Е. Павловская, И. В. Горькова, И. Н. Гагарина, А. Ю. Гаврилова. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 208 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71477> .

2. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> .

3. Маниковская, Н. С. Основы биотехнологии : учебное пособие / Н. С. Маниковская, В. И. Минина. — Кемерово : КемГУ, 2023. — 250 с. — ISBN 978-5-8353-3086-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/407714> (дата обращения: 09.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Боголюбов Д. С. Регуляторные механизмы экспрессии генома: учебно-методическое пособие / Д. С. Боголюбов, В. М. Седова, И. М. Спивак. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 241 с.

2. Браун Т.А. Геномы / Т.А. Браун. Пер. с англ. — М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. — 944 с.

3. Дейнеко Е.В. Генетическая инженерия растений / Е.В. Дейнеко // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. -Т. 18.- № 1. — С. 125-137.

4. Мензоров А.Г. Практическое руководство по редактированию геномов системой CRISPR/Cas9 / А.Г. Мензоров, В.А. Лукьянчикова, А.Н. Кораблев, И.А. Серова, В.С. Фишман // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. -Т. 20.-№ 6. -С. 930-944.

5. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Т.1: Генная и белковая инженерия / Л.И. Патрушев; Ин-т биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН. Отв. ред. А.И. Мирошников. — М.: Наука, 2004. — 526 с.

6. Смирнов А.В. Система CRISPR/Cas9 — универсальный инструмент геномной инженерии / А.В. Смирнов, А.М. Юнусова, В.А. Лукьянчикова, Н.Р. Баттулин // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. -Т. 20.- № 4.- С. 493-510.

7. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: Учеб.-справ. пособие. / С.Н. Щелкунов. — 2 изд., испр. и доп. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. — 486 с.

8. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник; / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова и др. / ред. В. С. Шевелуха. - М.: Высш. школа, 2008. - 710 с.

9. Акимова, С. А. Биотехнология: учебное пособие / С. А. Акимова, Г. М. Фирсов. — 2-е изд. — Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. — 144 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112369> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
2. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства РФ <https://mcx.gov.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека НЭБ <https://rusneb.ru/>

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа студентов. Методические указания к лекционным занятиям. В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на

категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Методические рекомендации студентам к практическим занятиям. Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия, которые помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести практические навыки и навыки творческой работы над учебной, научной литературой, нормативными правовыми документами. Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по данной дисциплине.

Методические рекомендации подготовке к лабораторным занятиям. Рекомендуются следующий порядок действий:

1 Внимательно проанализировать поставленные вопросы, определить объем изложенного материала, который необходимо усвоить.

2 Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение.

3 Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки).

4 Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы.

5 После усвоения теоретического материала необходимо приступить к выполнению лабораторного задания.

Методические рекомендации студентам к самостоятельной работе. Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний. Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к лабораторным занятиям самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углубленного изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач, контроль знаний студентов.

При подготовке к лабораторным занятиям и выполнении контрольных заданий студентам следует использовать литературу из приведенного в данной программе списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя. Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Перечень методических указаний по дисциплине:

1. Самостоятельная работа для бакалавров по общей и почвенной микробиологии: уч. пособие / А.И. Даминова, В.М. Пахомова. - Казань: издательство Казанского ГАУ, 2015.- 184 с.
2. Микроорганизмы в растениеводстве и биотехнологии: учебное пособие./Е.К. Бунтукова, В.М. Пахомова – Казань: Изд-во КГСХА, 2006. – 104 с.
3. Методические указания к лабораторным занятиям по микробиологии для студентов агрономического факультета / Л.С. Щербак – Казань: КГСХА, 1998. – 17 с.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Форма проведения занятия, самостоятельной работы	Используемые информационные технологии	Перечень информационных справочных систем (при необходимости)	Перечень программного обеспечения
Лекции	Мультимедийные технологии в сочетании с технологией проблемного изложения	нет	1 Операционная Microsoft Windows 7 Enterprise для образовательных организаций.
Практические занятия			2 Офисное ПО из пакета Microsoft Office Standard 2016
Самостоятельная работа			3 LMS Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения). Software free General License (GPL). 4 «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагиат»

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекции, лабораторные и практические занятия	<i>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:</i> Аудитория 428 (по паспорту № 428, площадь 34,3 кв.м) Аудитория 428 для проведения практических занятий, оборудованная учебной мебелью: столы (12 шт.), 8 комп. столов, стулья для обучающихся (20 шт.); стол, стул для преподавателя; доска, Аудитория 428, оборудованная учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска 1 шт. 3 стенда. Компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду - 8 шт., экран Projekta/SlimScreen 153x200 см, проектор Toshiba TPL XD200EU, ноутбук Samsung NP-R540. Измерительные инструменты: мерная лента 5 шт., циркуль 5 шт., мерная палка 2 шт. Формы племенного учета – 15 планшетов. Государственные книги племенных животных – 50 шт. Муляжи животных – 30 шт. Большая база фактического материала по племенному учету ведущих племенных животных (700 шт.).
Самостоятельная работа	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы с учебной литературой и работы на компьютерах: Научная библиотека – фонд научной и учебной литературы по истории и философии науки. Читальный зал оснащен 8 персональными компьютерами (монитор Philips 196 V - 3шт., монитор Samsung 943A – 4шт., монитор Aser V193WV – 1шт., монитор LG – 1 шт., 8 системных блока) с выходом в Интернет. Офисная мебель (столы и стулья на 120 посадочных мест).

